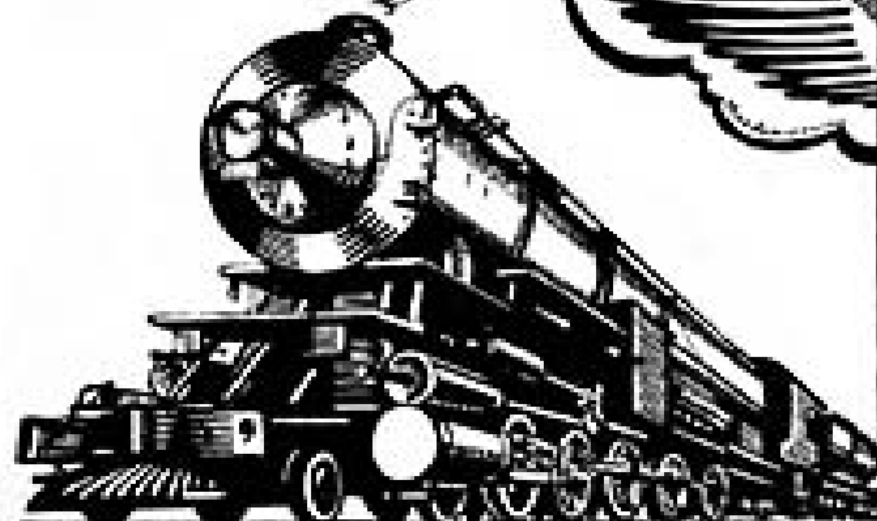


СЕРГЕЙ ГРИГОРЬЕВ

ПАРОВОЗ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО 1946

SHOUT
SHARE **IT**



- Сергей Григорьев
 -
 - Первое знакомство с паровозом
 - Паровозный котел
 - Паровозная машина
 - Парораспределительный механизм
 - Езда на паровозе
- notes
 - 1
 - 2
 - 3

Сергей Григорьев

Паровоз

*Научно-Педагогической Секцией Государственного
Ученого Совета допущено для школьных библиотек*

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

МОСКВА 1926 ЛЕНИНГРАД



Первое знакомство с паровозом

Когда мы с поездом стоим на станции, особенно подальше от Москвы, — около паровоза непременно собирается кучка зрителей. Они терпеливо ожидают отправления и внимательно следят за моим помощником; он бегаёт вокруг паровоза с масленкой, а если ночью — и с факелом, спеша смазать и осмотреть (не греется ли) «движение». От красного пламени факела блистают полированные части. В топке гудит, попыхивая, уменьшенное пламя: наш паровоз отапливается нефтью. Вестингауз, чихая, качает воздух и выкидывает над трубою белый султан пара. Семафор стукнул, качнулся и поднял руку, показывая, что настало время отправления. «Старший» в поезде кондуктор подаёт сигнал свистком. Обычно это мгновение подмечает мой помощник: «Поехали!», кричит он мне. У нас рассчитано все время до секунд, так как наш поезд пассажирский, и у него много остановок; я потом расскажу, что мы очень дорожим каждой долей минуты. Особенно трудно бывает наверстать время, потерянное при отправлении. Поэтому все мы: и начальник станции, отдающий распоряжение отправить поезд, и сигналист, открывающий семафор, и «старший» поезда, и мой помощник, и, наконец, я сам, механик, — стараемся *отчеканить* отправление. Лишь взмахнул семафор — и уж свистит кондуктор. «Поехали!» — взревел гудок, тронутый моею левою рукой, а правая моя рука уже на реверсе, левая на регуляторе, открывает пар. Из трубы пыхнул с тяжким вздохом пар. Помощник припустил форсунку — грохнуло и блеснуло в топке пламя. Паровоз тронулся. Приятно, когда паровоз берет с места сразу, плавно и спокойно. Иногда это не удается, и паровоз на грязных и скользких рельсах начинает быстро вертеть колесами, не сдвигаясь с места, «буксует», как говорим с досадой мы. Это видимое усилие, напротив, зрителям всегда бывает приятно. «Ну, вывози!» — иногда кричат на паровоз мальчишки. «Тяжело? Видно, мало каши ел!» Я открываю затвор песочницы, и под колеса паровоза сыплется песок. В то же время при помощи пневматической педали я переношу всю тяжесть паровоза на ведущие колеса — и он перестает буксовать, сдвигая поезд с места. «Справился!» — кричат мальчишки о паровозе, как о живом существе...

Так мы, делая свое дело, даем на каждой станции маленькое бесплатное представление. Вероятно, многие из наших зрителей желают знать ближе паровоз, чем это им доступно со стороны. Вот для них и пишу я эту книжку. Я всегда нахожу время кинуть

на них взор из своей будки и знаю, что со стороны паровоз не совсем такой, каким его знаю я. Дело не в непонятных для нового человека словах. Непонятные слова мне уже невольно пришлось сказать: «реверс», «форсунка» — все это мы потом объясним. Надо понять другое, именно, что паровоз такая машина, которая менее всякой другой способна что-нибудь делать «сама». Напротив, паровоз и на заводе, где его строили, и в депо, где он отдыхает, и на стоянках, и в движении требует неотступного трудового внимания людей. Вам потом станет понятно, почему это так. Чтобы понять паровоз, надо ближе узнать, как он устроен и как работает. Лучше всего знает машину тот, кто ее строит и пускает в ход. Но всякую готовую машину можно разобрать и собрать снова. Можно в ней разобраться, наблюдая машину в работе. Если мы еще ко всему этому знаем историю машины — кто ее и как выдумал, знаем первые попытки ее построить и постепенное улучшение, — то мы знаем о машине почти все.

Современные паровозы

Паровоз изобретен в начале XIX в. До 1925 г. — около ста лет — строились, делаясь все лучше и могучее, десятки тысяч паровозов (см. рис. 1). Над ними трудились сотни тысяч рабочих, мастеров, инженеров. Этот общий труд довел паровоз до высокого совершенства.

Давайте же разберемся в *настоящем* паровозе, вспомним, насколько это нам будет нужно, его прошлое и подумаем об его будущем.

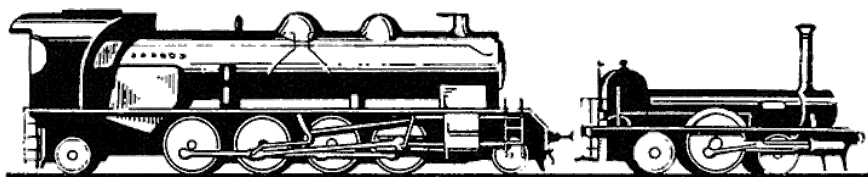


Рис. 1. Французский паровоз выпуска 1925 года — типа «Микадо», дороги Париж — Лион — Марсель, и паровоз «Пьеро» 1846 года. На рисунке видно, насколько больше современный паровоз по сравнению с первым.

Машина, на которой ездим мы, довольно хороша: это русский пассажирский паровоз серии С, постройки Сормовского завода (рис. 2). Описывая его, мы будем говорить, главным образом, о том, чем наш паровоз похож на другие, не забывая и о том, что его от других отличает.

Приходя перед поездом с своим помощником в депо, где «отдыхает» паровоз, я прежде всего обращаю внимание на *тендер*, в котором заключена вся суть: вода, необходимая для образования пара, и топливо, которое мы сжигаем в топке паровоза, чтобы воспользоваться теплом для испарения воды в котле.

Тендер, — в сущности говоря, есть вагон для воды и топлива. В первых паровозах, построенных Стефенсоном в начале прошлого века, к паровозу прицепляли тележку, на которую ставили бочку с водой и насыпали горку каменного угля — паровоз был тогда игрушечный, по сравнению с нашим. И вот какова сила истории: хотя теперь тендер все время остается сцепленным с паровозом, но до самого последнего времени конструкторы, составляя чертежи нового паровоза, делали отдельный тендер. Были только маленькие паровозы, у нас называемые «кукушками», без тендеров: у них бочки для воды и место для топлива устраивались на самом паровозе. Эти паровозы-танки, как их еще называют, назначались для *маневров*: для передвижения поездных составов по станционным путям. Работая только на больших станциях, «кукушки» не нуждались в большом запасе воды и топлива: водоразборные краны и склады топлива у них были всегда под боком, и в удобный момент (при перерыве работы) «кукушка» всегда может налить свой танк водой и взять порцию угля или нефти. Иное дело — большой паровоз: он должен запастись водою и топливом на длинные перегоны. Мы берем топливо и воду в расчете, чтобы их хватило вести пассажирский поезд, примерно, на участке в сто километров длиною. Поэтому у большого и сильного паровоза и тендер должен быть большой и вместительный.

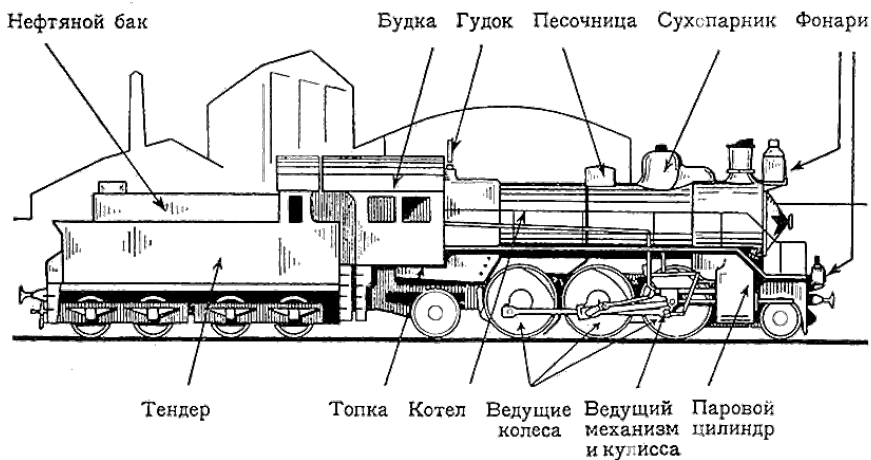


Рис. 2. Паровоз серии С 1-3-1, системы «Прері»,

А вы, вероятно, видели, что иногда паровоз ведет поезд «тендером вперед»; это — когда почему-нибудь нельзя было повернуть паровоз на поворотном кругу «лицом вперед». Движение «тендером вперед» неудобно во многих отношениях. Мало того, что тендер закрывает собою путь и затрудняет наблюдение за ним. Важнее всего то, что все приборы для управления паровозом устраиваются со времен Стефенсона в расчете, что механики стоят *лицом вперед*, отчего управление паровозом, идущим «задним ходом», т.-е. тендером вперед, затруднительнее нормального. Кроме того, и еще есть неудобства отдельного тендера. Сила тяги паровоза зависит от мощности его машины и от того, насколько сильно сцепление колес паровоза с рельсами. Мы видели, что паровоз на скользких рельсах буксует: машина его работает усиленно и быстро, и колеса вертятся на месте впустую. Чтобы колеса не скользили, я и сыплю под них песок, отчего увеличивается *трение* между колесом и рельсами. Но сила сцепления колеса с рельсом зависит еще и от *нажима* колеса на рельс: тем сильнее этот нажим, тем меньше риск «буксования». На оси и колеса паровоза давит всю тяжестью сам паровоз. Чем тяжелее паровоз, тем сильнее может быть его машина. Но как же нагрузить паровоз? Вот для этого-то мы и могли бы воспользоваться весом тендера с топливом и водой. Мы воду и топливо расходует, и такой паровоз делается от этого легче — и стало быть не мог бы в конце пути работать с полной силой. С этим неудобством считаются, и все-таки самые новые и сильные паровозы в Америке и в Европе строят теперь, используя и вес тендера, или, отказываясь от особого тендера, строят очень мощные паровозы-танки, которые одинаково легко и удобно движутся и вперед и назад. Таков один из новейших паровозов Гарра, изображенный на рис. 3, для горных железных дорог; как видите, своим внешним видом этот паровоз весьма сильно отличается от нашего хорошо знакомого пассажирского паровоза «С» (рис. 2). Наш паровоз имеет обычный тендер и весь устремлен вперед; зато для него и необходим поворотный круг.

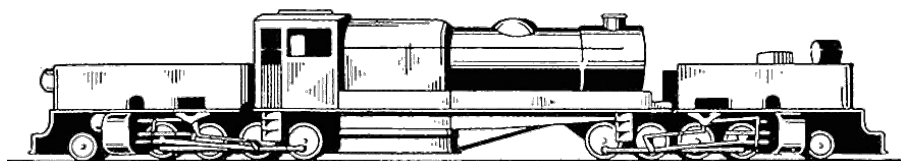


Рис. 3. Паровоз системы Гарра, для дорог с малым радиусом закруглений.

Первая забота механика: есть ли в тендере вода. Я узнаю это, открывая краны, помещенные снаружи тендерного бака на разной высоте; их три. Если вода течет из верхнего крана — тендер полон; если только из второго и нижнего — в тендере воды наполовину; если же не течет и из нижнего — воды нет. В депо есть непременно водопровод, и мы наливаем тендер доверху водой. О том, достаточно ли топлива в нефтяном баке, поставленном над тендером, мы судим по уровню в нефтемерном стекле — вертикальной трубке, соединенной с внутренностью бака коленцем: в стекле нефть стоит на том же уровне, как и в баке. На тендере же у нас помещаются ящики с инструментами и смазочными материалами, а также два *домкрата*, при помощи которых мы в случае схода паровоза с рельс в пути, или другого случая, можем его приподнять, если только сход не сопровождался серьезным крушением. Устройство домкрата очень просто: это очень прочный винт, который можно вращать при посредстве рычага в гайке, отлитой из чугуна вместе с основанием домкрата: подставив домкрат под раму паровоза, мы можем его поднять на небольшую высоту, вращая винт домкрата.

Вода, которую потребляет для образования пара наш локомотив, должна быть чиста и мягка: мутная вода загрязняет котел, жесткая вода дает в котле накипь, так хорошо известную всем по накипи в самоваре. Такая же накипь, состоящая главным образом из извести и гипса, образуется и на внутренних частях паровозного котла, но значительно быстрее, так как в паровозном котле испаряется очень много воды. Вы знаете, что самовар, в котором много накипи, «не поспевает» и греется значительно дольше, чем чисто вылуженный; это — от того, что слой накипи плохо передает воде тепло от накалинной изнутри медной трубы самовара. Или, как говорят, накипь плохо проводит тепло, и оно «пролетает» в трубу зря. В паровозе надо беречь топливо, поэтому мы после каждого *тура* паровоза (поездки туда и обратно) *промываем* котел паровоза внутри через люки напорной струей воды из бранспойта — в роде того, какой применяют пожарные. Струя воды сбивает накипь, которую мы называем еще «котельным камнем», и уносит с собою грязь. Котел нашего паровоза промыт, люки после промывки завинчены крышками.

Нефть, наполняющая бак нашего паровоза на тендере, —

прекрасное топливо. Когда мы говорим, что «паровоз отапливается нефтью», это значит не то, что «отопление квартиры». Дома мы отапливаем для того, чтобы получить самое тепло, чтобы было в доме *тепло* нам самим. Паровоз отапливается для того, чтобы посредством пара воспользоваться движущей силой тепла. Однако же и для паровоза очень важно получение из топлива возможно большего количества тепла; чем больше тепла, тем больше пара, тем сильнее машина. Мало того, что топливо стоит денег, хотя и это немаловажно: если мы станем его тратить на паровозе безрассудно, то проезд по железным дорогам и провоз грузов по ним сделается дорог и невыгоден по сравнению с другими способами транспорта (передвижения). Кроме того, не забудем, что паровоз везет топливо с собой как груз. Когда паровоз «жрет» много топлива, он должен или везти его большой запас, или часто останавливаться, чтобы запастись, — и то и другое невыгодно. Добыча топлива требует труда. Чем труднее добыть топливо, тем оно дороже. Но и легко добытое топливо может быть и хорошим, и плохим.

Топливо бывает хорошее и плохое, дорогое и дешевое. Для паровоза — надо избрать топливо самое выгодное (т.-е. хорошее и дешевое). Сжигать то топливо, какое есть, надо в топке паровоза с наибольшей выгодой. Выбор топлива для паровоза — дело хозяйственное: паровоз должен быть приспособлен к избранному топливу. А бригада (прислуга) должна уметь топить.

Какое же выбрать топливо для паровоза? Топливо продают обычно на вес, кроме дров, которые иногда оцениваются по объему «на кубик», т.-е. за кубическую сажень (около 10 куб. метров); но зная средний вес кубического метра дров, мы и купленные на «кубик» дрова можем оценить по весу. У нас же, техников, есть своя мера для оценки топлива (хорошо оно или плохо) по его *теплотворной способности*. Для измерения ее служит мера, которая называется «калорией» (единица тепла). Для испытания топлива у техников есть особые приборы, которые называются калориметрами (по-русски: тепломер). Испытывают топливо так: сжигают определенный вес испытанного топлива — нефти, каменного угля, дерева или торфа — в калориметре и смотрят, насколько согрелась в тепломере налитая в нем вода. Если воды в калориметре один килограмм и она согрелась на один градус термометра Цельсия, то считают, что сожженное топливо дало *одну калорию* тепла. Если воды в калориметре больше и она согрелась не на один градус, то, помножив вес воды в килограммах на повышение температуры воды в градусах, получим число *калорий*, полученных от сожженного топлива. Физики говорят так: одна калория есть то количество тепла,

которое необходимо и достаточно, чтобы повысить температуру одного килограмма воды на один градус Цельсия. Теплотворная способность горючего вещества определяется числом калорий, которые дают полное сжигание одного килограмма горючего. Все топлива исследованы учеными на опыте. Сравним теплотворную способность обычных горючих веществ, применяемых для отопления паровозов.

Нефть.....	дает 10 000 калорий
Англ. уголь «Кардиф».....	8 350
Донецкий антрацит	7 750
Англ. уголь «Нью-Кестль»	7 400
Сухой торф.....	3 800
Сухие дрова	3 400

Из этой таблички видно, что самым ценным по теплотворной способности топливом является *нефть*. В применении к отоплению паровозов нефть обладает и еще рядом выгод: ее можно легко перекачивать и переливать без потерь из хранилищ, баков, которые мы видели на больших станциях, в вагоны *цистерны*. Баки на паровозах наполняются быстро и просто наливанием через кран, подобный тому водяному крану, через который тендер паровоза наполняется водой. Нефть может долгое время без ущерба храниться, тогда как каменный уголь, извлеченный из недр земли на поверхность, от долгого хранения портится, теряя значительную долю теплотворной способности. На паровозе нефть не требует, как уголь, изнурительной работы кочегара, бросающего уголь в топку лопатой: она притекает сама по трубочке к топке и тут сжигается в *форсунке* — очень простой и остроумной горелке; притекающая к форсунке (рис. 4) нефть разбивается в пыльное облако струею пара, подобно тому как в пульверизаторе воздух рассеивает духи. Распыленная нефть зажигается и дает огромное пламя, раскаляющее своды топки. Нефть сгорает почти без дыма, нацело. Пламя ее легко убавить и прибавить простым поворотом двух кранов форсунки: парового и нефтяного. Если паровоз остановился и пар не расходуется, то мы привертываем форсунку; уменьшая пламя, форсунку можно погасить и совсем, и в одно мгновение зажечь, лишь это потребуется: распыленная нефть вспыхивает сама собой, попадая на раскаленный свод топки. Все эти и еще некоторые преимущества нефти и заставляют признать ее наиболее выгодным топливом для пассажирских паровозов, ведущих скорые поезда с частыми остановками, а также для паровозов, несущих на станциях *маневровую* службу по составлению поездов, подаче вагонов под нагрузку, уборке с путей прибывших составов, тех «кукушек», о которых мы упоминали. Но для товарных паровозов, делающих редкие остановки, угольное топливо выгоднее нефтяного, потому что нефть дорога. В настоящее время

сырую нефть сжигать в топках паровых котлов признается техническим *преступлением*, так как в сырой нефти содержатся керосин и бензин и другие летучие вещества. После их выделения остается *мазут*. Его теплотворная способность превышает теплотворную способность лучших сортов каменного угля. Мазут дешевле сырой нефти и обладает всеми ее достоинствами, почему он чаще применяется к отоплению паровозов. Почти всегда, говоря о нефтяном отоплении паровоза, имеют в виду именно отопление нефтяными остатками — мазутом, но мы привыкли называть его нефтью. Однако же и мазут может быть подвергнут переработке — от него отделяют тяжелые смазочные масла, после остается черная густая смола-гудрон, идущая на устройство асфальтовых мостовых. Тяжелые нефтяные масла идут на смазку машин или для «нефтяных» двигателей, в которых, оказывается, выгоднее их сжигать, чем под котлами паровых машин.

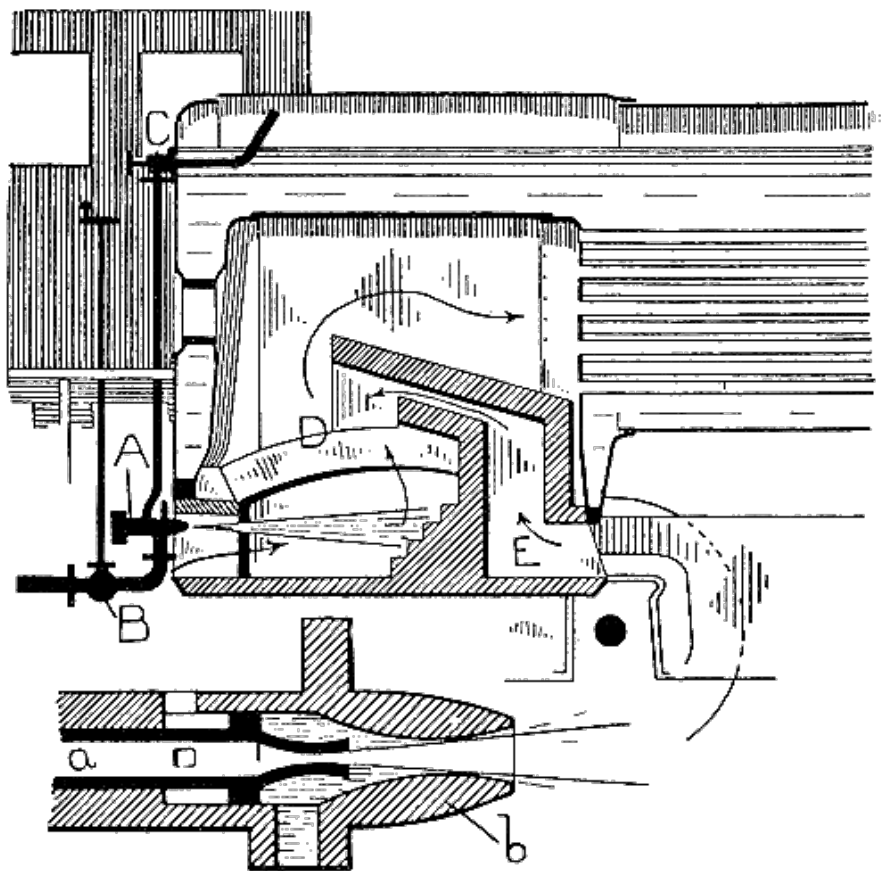


Рис. 4. Форсунка для сжигания нефти в топке паровоза. Состоит (см. рис. внизу) из двух сопл: нефтяного — б и парового — а. Пар, вырываясь из сопла

а, распыляет нефть и вдувает ее в топку. На рисунке вверху: А — форсунка, В — вентиль, регулирующий приток нефти, С — паровой клапан, D — сводики из огнеупорного кирпича, раскаляемые пламенем и служащие для лучшего сгорания топлива. Е — канал для притока воздуха в топку.

Отказавшись от нефти, мы должны будем признать, что главным топливом для паровозов служит каменный уголь, за исключением стран, где очень много леса, и он крайне дешев, там выгоднее топить котлы паровоза дровами, но таких стран немного. Почти повсеместно паровозы отапливаются каменным углем и к нему приурочивают и устройство — топок и котлов. В последнее время паровозы начинают отапливать угольной пылью (мусором), которая была отбросом на угольных копях, и даже крупный уголь размалывают в пыль. Угольная пыль как топливо для паровозов во многом напоминает нефть. Пыль насыпают в тендер из бункера — огромного ящика, поднятого над путями железной дороги — по трубе; пыль насыпается на тендер «сама собой». Из тендера в топку пыль подается также трубой, а в топке раздувается в форсунках, подобно нефти, только не паром, а воздухом, нагнетаемым особой воздуходувкой; пламя угольной пыли получается большое, напоминая нефтяное; таким образом, облегчается труд кочегара, а топливо используется вполне.

Паровозный котел

Чтобы понять, как происходит парообразование в локомотиве, надо познакомиться с устройством его котла.

Паровозный котел состоит из четырех главных — частей: 1) топки, 2) тела котла, 3) дымовой коробки и 4) пароперегревателя.

Тело котла имеет вид широкой лежащей круглой трубы или, как говорят, имеет цилиндрическую форму. У паровоза, который работает, котел покрыт для лучшего сохранения тепла кожухом из тонких стальных или железных листов — под этой одеждой бывает иногда для утепления изоляция, слой асбеста или особой кошмы (войлока) — вообще материалов, которые плохо проводят тепло, или же между одеждой котла и его стенками оставляется промежуток воздуха, потому что и сухой воздух плохой проводник тепла. Это сделано для того, чтобы котел меньше терял тепла через свои стенки. Если снять с паровозного котла его окрашенную и покрытую лаком одежду, то мы увидим, что котел склепан из довольно толстых изогнутых листов железа или стали и составлен из трех или четырех барабанов, входящих слегка один в другой. Сзади к котлу приклепана стальная же прямоугольная коробка, открытая снизу; это — топочный кожух. Спереди к котлу приклепан более широкий барабан круглой же дымовой коробки, спереди плотно закрытой на винтах большою круглой дверью. Цилиндрическая часть котла спереди отделена от дымовой коробки круглым дном из солидного листа стали. В нем проделано несколько десятков отверстий, расположенных правильными рядами. В верхних рядах отверстия имеют большие размеры, чем в нижних.

Топочный кожух

В топочный кожух вставлена коробка той же формы, но меньших размеров. Передняя и задняя стенки коробки плоские, эта коробка делается почти всегда из красной меди, которая лучше чем сталь проводит тепло и труднее разрушается огнем. Внизу между стенками кожуха и топочной коробки вводится прямоугольная брусчатая рама, ее называют обвязочным кольцом. К нему наглухо приклепываются стенки топочного кожуха и топочной коробки. Задние стенки кожуха и топочной коробки прорезаны овальным отверстием, которое также имеет обвязочное кольцо, наглухо приклепанное между стенкой кожуха и топки. Это отверстие служит для забрасывания и помешивания топлива

и закрывается толстой железной дверкой, открываемой наружу. Передняя стенка топочной коробки, называемая «топочной решеткой», с такими же отверстиями, как и передняя стенка котла, выходящая в дымовую коробку: расположение отверстий, их величина и число и тут и там совершенно одинаковы, в каждое из них вставлено по трубе. Тонкие трубы называют дымогарными, а более широкие жаровыми; концы труб, выходящие в дымовые коробки, «раскатаны», т.-е. особым инструментом на заводе расширены и плотно придавлены в холодном состоянии к краям отверстий в стенках, чтобы не пропускали воды и пара. Между стенками кожуха и топки вставлены для прочности многочисленные болты, называемые связями.

Сухопарник

На верху котла над прорезанным ближе к переднему его концу отверстием приклепан *колпак* — так называемый *сухопарник* (рис. 5); внутри его находится *паровая* труба; она верхним своим концом почти доходит до потолка сухопарника, а внизу его изогнута коленом и через стенку колпака выходит наружу, затем изгибается коленом вниз и проникает в дымовую коробку к перегревателю. Верхнее отверстие паровой трубы закрывается клапаном, который приводится в движение от вала, проведенного из колпака внутри котла в будку машиниста. Здесь к валу присоединена рукоятка. Поворачивая рукоятку от себя и к себе, машинист может открывать и прикрывать клапан паровой трубы в сухопарнике и тем самым впускает через паровую трубу пар котла в машину или прекращает доступ его туда. Все это устройство называется *регулятором*, потому что при его посредстве машинист регулирует ход паровозной машины, т.-е. управляет ею.

РАЗРЕЗ РЕГУЛЯТОРА „ВАРА“ И СУХО-
ПАРНИКА ПАРОВОЗА „С“.

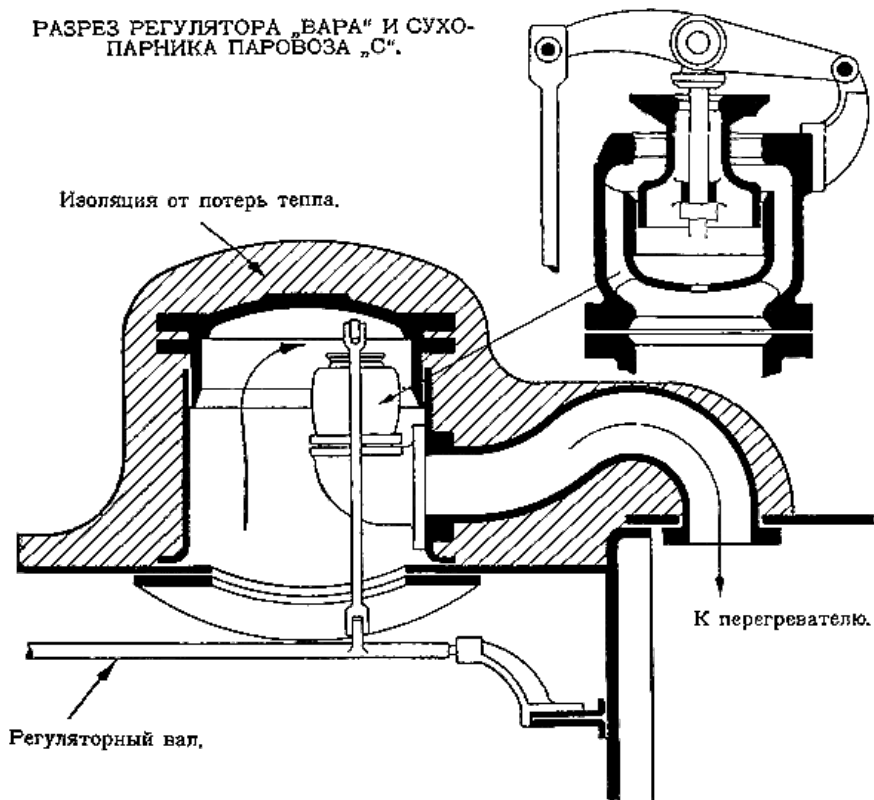


Рис. 5. Регулятор «Вара». Клапан регулятора прижимается давлением пара к седлу; если площадь клапана велика — приходится прилагать большую силу, чтобы поднять его. В регуляторе «Вара» это затруднение избегнуто следующим образом: открывая регулятор, мы поднимаем сперва маленький клапан, не оказывающий большого сопротивления. Открытие маленького клапана дает возможность пару проникнуть под клапан регулятора, давления снаружи и внутри уравниваются, и регулятор открывается легко.

Кроме большого сухопарника есть еще второй малый, ближе к будке машиниста. В стенках котла имеются несколько отверстий, наглухо закрытых во время работы котла крышками, припертыми изнутри на винтах; это — так называемые люки для осмотра и очистки внутренности котла. Кроме того для промывки котла есть еще несколько малых отверстий, закрываемых пробками на винтах. Иногда из люков бывает один такого размера, чтобы в него мог пролезть человек. Это «лаз» для осмотра котла внутри, когда он охлажден и выпущена вода.

Наконец, в котельных стенках есть отверстия для труб, подводящих воду, и паровых, а также «патрубки» или «штуцера», к которым прилаживаются разные приборы. Вверху дымовой коробки сделано отверстие; над ним поставлена дымовая труба. Внизу топки на обвязочном кольце лежит решетка с продольными сквозными щелями; это — «колосники». Под топкой ниже колосников приклепан «зольник», имеющий две дверцы, открываемые и закрываемые из будки машиниста; это — «поддувало», через них в топку поступает необходимый для горения воздух.

Раньше, чем описывать устройство пароперегревателя, посмотрим, как бы работал паровозный котел без него. Дело в том, что еще недавно паровозы строились без пароперегревателя и работали без перегрева пара. Всякий такой паровоз может быть снабжен после переделок пароперегревателем. И наоборот, пароперегреватель можно вынуть из современного паровоза и после небольших переделок пустить в ход без пароперегревателя.

Заправка паровоза

Посмотрим теперь, как заправляется, т.-е. готовится к поездке паровоз. После промывки и закрытия люков и пробок паровозный котел наполняется водою, немного более половины его высоты. Для того, чтобы судить об уровне воды в котле, в передней стенке топочного кожуха сделаны три крана, так же как в тендере, на разной высоте. Кроме того есть и водомерное стекло, похожее на нефтеммерное у нефтяного бака. Нижнее колено водомерного стекла проникает в топочную коробку, ниже уровня воды в котле, а верхнее колено — в верхней части над водою, поэтому вода проникает в стеклянную трубку и держится в ней на одном уровне с котлом. Пока мой помощник осматривает и смазывает машину, я затопляю паровоз. Дело это не мое, а относится к обязанностям помощника, но мы на паровозе не считаемся и часто исполняем работу другого, что, впрочем, не снимает с меня ответственности за паровоз; здесь за все отвечаю я, потому что паровоз вверен мне.

Посмотрев на уровень воды в стекле (рис. 6), я проверяю еще его, открывая один вслед за другим и водомерные краны: стекло может-быть засорилось, а уж «краник не обманет». Затопить котел без воды или с малым количеством ее, опасно, потому что не охлаждаемая водою топочная коробка от действия пламени тотчас раскалится, покоробится и растрескается потом. Словом, затопить паровоз без воды — все равно, что поставить без воды

самовар. Такие случаи бывают и с паровозами, вот почему я и делаю это всегда сам. Затем я закрываю регулятор и принимаю еще ряд мер, чтобы пар котла не мог войти в машину и привести паровоз в движение помимо нашей воли. Такое нечаянное движение паровоза бывает — и угрожает жизни людей, которые кончают заправку паровоза и возятся около него. Для большей верности я накрепко заторможу тендер паровоза ручным тормозом. Наш паровоз, конечно, оборудован и воздушным тормозом. О нем нам нужно будет сказать подробнее потом.

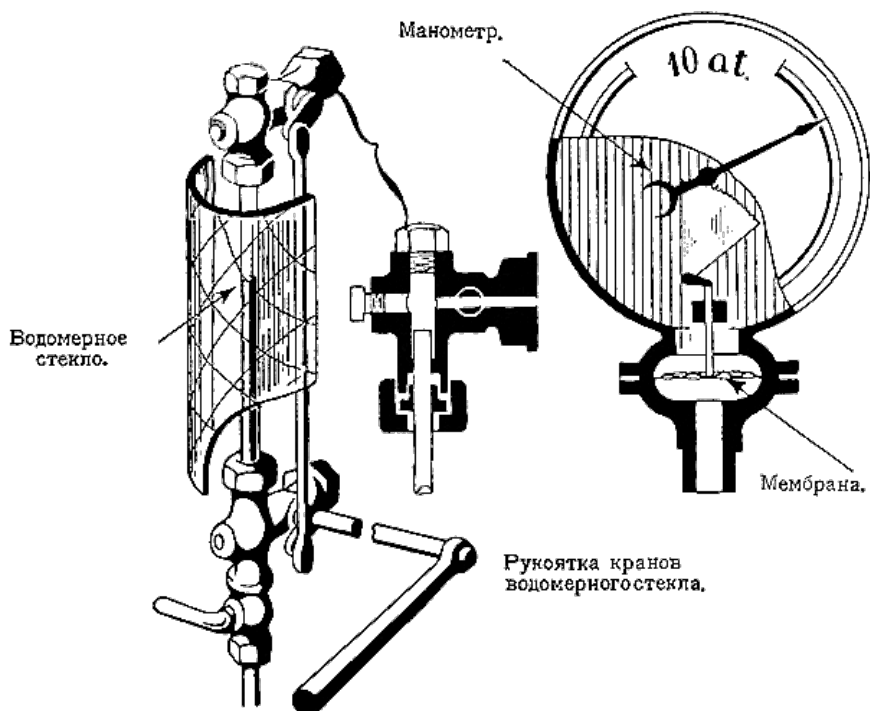


Рис. 6. Водомерное стекло иногда лопается, почему и защищено еще футляром из литого с проволоочной сеткой стекла. Чтобы при взрыве стекла не обварило паром, от кранов стекла проведена длинная общая рукоятка, которою можно закрыть пар безопасно. В манометре мембрана — круглая с волнистыми изгибами пластинка — под давлением пара изгибается, и по величине этого изгиба, отмечаемого стрелкой, судят о величине давления пара.

Ручной тормоз

Но на тендере всегда есть и ручной тормоз. Устройство его

очень просто. Я вращаю рукоятку длинного и прямого винта и по его виткам тяну вверх гайку. К гайке приделаны тяги, проведенные под тендером к тормозным колодкам, они и зажимают каждое колесо тендера, не позволяя ему вращаться. Вот, наконец, я могу и затопить мой паровоз. Для этого мне нужно занять пара у его товарища, потому что форсунка работает паром. «Деповский» слесарь подает мне с дежурного паровоза (он всегда готов) тонкую длинную медную трубку; я привинчиваю ее конец к форсунке; слесарь пускает с дежурного паровоза в трубку пар, и я, продув форсунку паром, бросаю в топку комок зажженной промасленной обтирки и открываю нефть. Сейчас же вспыхивает в топке бурное пламя. Так паровозы занимают у своих товарищей пар, подобно тому, как курильщики — огонь. Мы не раз могли бы убедиться в том, что паровозы связаны между собою более товарищеским отношением, чем, например, автомобили: это и понятно — для автомобиля открыты все направления, а паровозы живут бок-о-бок, тесною семьей на стальных рельсах.

Механическая топка

Если бы паровоз был на дровяном или угольном отоплении, то для растопки нам понадобилась бы помощь кочегара. Пришлось бы разжигать на колосниковой решетке в топке сначала маленький костер из мелко наколотых дров; когда он разгорится, *забрасывать* уголь. Это тяжелый физический труд на большом паровозе, и теперь делают на мощных паровозах механические топки, в которые топливо подается из тендера *транспортерами*, основанными чаще всего на примере бесконечного ремня, бегущего через два шкива. С нефтью дело проще — ни хлопот, ни пыли и прекрасная регулировка пламени при очень высокой теплотворной способности.

Парообразование

Что же теперь происходит в наглухо закрытом паровозном котле? Вода быстро нагревается и испаряется. О том, как бурно протекают испарения воды в котле, можно судить по тому, что в водомерном стекле вода начинает «играть» — подыматься и опускаться — это значит, что и в котле вода колышется. Для пара нет выхода, но топочное пространство наполнено огнем; раскаленные газы, которые получаются при горении топлива, уносятся в жаровые и дымогарные трубы, через них в дымовую

коробку, а из нее через трубу в воздух. Горение продолжается, вода в котле и пар (смешанный еще с бывшим тут над водою воздухом) нагревается все сильнее. А так как водяной пар занимает бóльший объем, чем вода, из которой он образовался, то пар оказывает на стенки котла *давление*, стремясь расширяться. Машинисты говорят: «пар в котле подымается». О том, каково в котле давление пара, мы судим по манометру (рис. 6), составляющему неотъемлемый прибор котла.

Манометр

Пар, проникая в манометр через трубочку, давит на устроенную в нем перегородку, *мембрану*, из тонкого металлического листа, и выгибает ее вверх. Этот выгиб мы могли бы уравновесить, нагружая сверху пластинку гирями. Давление пара и измеряется весом, который приходится на единицу площади, так, если бы пластинка манометра была размером в один квадратный сантиметр, то давление пара мы бы выражали в килограммах на квадратный сантиметр. Понятно, что чем больше изгиб пластинки, тем больше мы ее должны нагрузить, чтобы уравновесить давление пара. Поэтому о величине давления можно судить по изгибу пластинки, но пластинка изгибается еле заметно на-глаз. Чтобы степень изгиба была яснее видна, прибегают к обычному в измерительных приборах способу, заставляя пластинку действовать на стрелку через несколько неравноплечих рычагов, отчего самое малое смещение пластинки становится заметным. Стрелка движется по кругу, на котором обычно ставят цифры, которые отвечают давлению, испытанному пластинкой со стороны пара. Если мы видим на кругу манометра порядок цифр 0, 15, 30, 45,...135, 150 — то манометр указывает давление в английских фунтах на квадратный дюйм, что до сих пор делается и у нас. Во Франции и Германии на манометрах пишут давление в килограммах на квадратный сантиметр. Давление атмосферы на кв. дюйм равно, примерно, 15 фунтам. Поэтому часто давление пара в котле выражают в атмосферах. Давление в 150 фунтов все равно, что давление в 10 атмосфер.

Когда давление в котле достигнет $1\frac{1}{2}$ атмосфер, я могу питать форсунку собственным паром, выключив трубочку с дежурного паровоза. Теперь давление в котле быстро подымается. И стрелка манометра приближается к *красной* черте. На циферблате манометра красною чертою обозначается рабочее давление котла, выше которого давление поднимать запрещено. Вы слышали, конечно, о взрывах паровых котлов. Отчего

случаются такие несчастия? Дело в том, что прочность котла не беспредельна. Он склепан из отдельных железных или стальных листов толщиной в 14–15 миллиметров и при такой толщине стенок, в зависимости от величины своей, может выдержать определенную наибольшую величину внутреннего давления; если ее превысить, то пар находит «слабину» в котле: чаще всего плохо склепанный и зачеканенный шов или лист с незамеченным на заводе пороком, и прорывает, ища выхода, котел в этом месте.

Испытание котла

Каждый котел во избежание такого несчастия испытывается на заводе и в мастерских после капитального ремонта сильным давлением: котел, как мы говорим, «прессуют», накачивая в него воду под двойным давлением сравнительно с тем *рабочим* давлением, на какое котел рассчитан. При этом следят, чтобы нигде из швов или из-под заклепок не выступила *роса*. Такие испытания котла повторяются через небольшие сроки — не реже раза в два года, а манометр паровоза проверяется, верно ли он показывает, каждые три месяца. Разница между пробными и рабочими давлениями котла объясняется тем, что горячий котел несколько слабее, а главное — чтобы предотвратить несчастие от преступной небрежности котельной прислуги. Если в котле останется мало воды, то парообразование идет очень бурно, бывает при этом, что некоторые части котла, которые охватывает пламя, совсем обнажатся от воды и сильно раскалятся; если после этого вода зальет сразу раскаленную поверхность, она всей массой в очень короткий промежуток времени превратится в пар, давление сразу «вскакивает», и котел взрывается. Иногда бригада паровоза — машинист и его помощник — прозывают, что манометр на красной черте. Вот почему красная черта на манометре и ставится задолго до того давления, при котором котел может «взлететь», взорвавшись.

Предохранительный клапан

Для того же, чтобы давление в паровозном котле не заходило за красную черту, на котле — обычно, на сухопарниках — устанавливаются предохранительные клапаны; по закону их полагается на каждом паровом котле два. (Рис. 7.) Клапаны эти закрывают отверстия в сухопарнике коническими пробками, которые прижаты плотно к месту крепкой пружиной, иногда

прямо, а иногда посредством рычага. Мы иногда называем эти приборы «весами», потому что и в самом деле их действие похоже на действие весов: пружина натянута или сдавлена в такой степени, что клапан может быть приподнят давлением или грузом, равным рабочему давлению пара: только иногда весы «качнутся», пробка приподымается, и пар из-под нее вырывается на волю шумною струей. Предохранительные клапаны фырчат так громко, что если мы и зазевались, не видя стрелки у красной черты, то слышим тотчас, что дело неладно. Пар улетает «на волю», и давление в котле от этого понижается, наконец пружина пересиливает и снова затыкает отверстие клапана пробкой. Все кончилось хорошо. Однако, мы не любим, чтобы паровозы *парили* через предохранительные клапаны: ведь вместе с паром для нас пропадает, улетая, тепло. Поэтому, если вы слышите, что паровозы долго «шипят» через предохранительные клапаны, — это знак недопустимого разгильдяйства бригад. Обычно мы спешим тотчас «унять» клапан. Прижать его мы не имеем права, да и не можем — клапаны пломбируются, чтобы никто не мог изменить предельного давления, ими указываемого. Уменьшение огня в топке сразу не достигнет цели и не всегда возможно, а иногда и вредно. Но у нас есть простое средство умерить пыл котла. Вы, вероятно, замечали, любуясь паровозом, готовым к отправлению поезда, что случается, когда фыркнет и запарит предохранительный клапан. Почти тотчас из-под будки машиниста вырывается облако пара и, пыхнув, пропадает, пролив из большого крана немного воды. И почти тотчас клапан на сухопарнике садится на свое место.

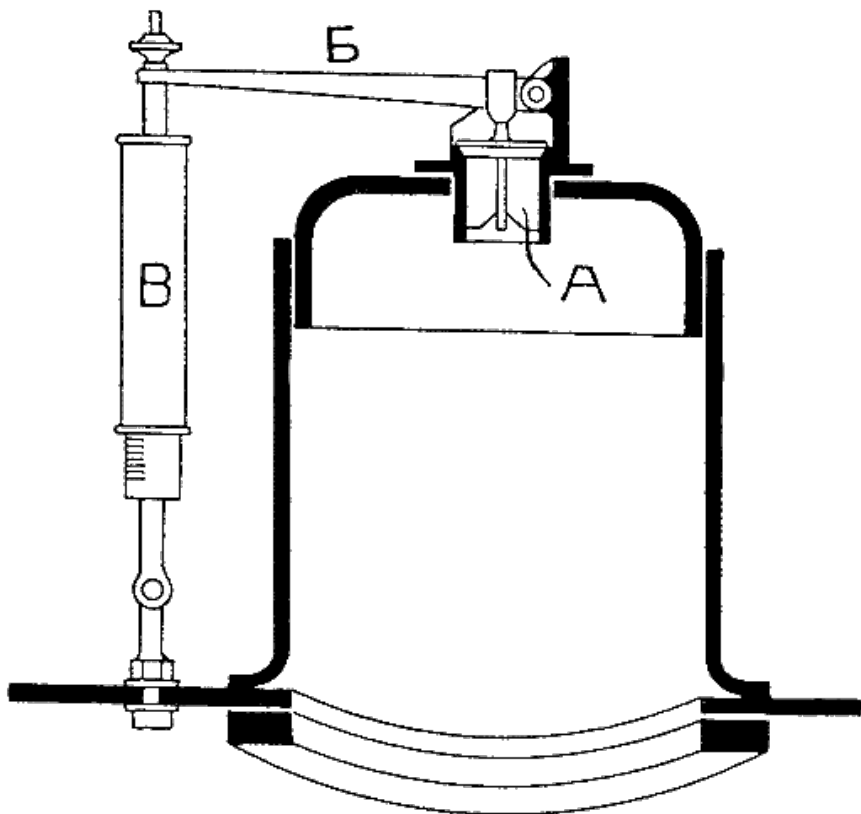


Рис. 7. Предохранительный клапан А прижимается к своему седлу рычагом Б, нагруженным пружиной В. Если давление в котле превзойдет допустимое, клапан поднимается и выпускает излишек пара наружу.

Инжекторы

Иногда мне приходилось слышать со стороны зрителей замечания: «Ишь ты, ему не стоитя». И в самом деле паровоз, готовый к отправлению, похож в эти минуты на горячего коня, который порывается вперед. Вот мы и охлаждаем пыл нашего стального коня, пуская в ход *пароструйный насос* (инжектор); пыхнув клубом пара, он гонит в котел *холодную* воду и в течение минуты пар в котле садится до нормы. Инжекторы служат для пополнения котла водой по мере ее расхода. Их устраивают на каждом паровозе два: закапризничает один, не откажет другой. Инжекторы располагаются или над кожухом топки, или под паровозной будкой по обеим сторонам зольника, так что одним инжектором может распорядиться машинист, другим — его

помощник. К инжектору вода идет самотеком из тендера через резиновый рукав. В инжекторе вода увлекается струей пара, приобретая большую скорость движения, при чем сам пар целиком превращается, охлаждаясь, в воду. Вода, подогретая паром, устремляется по питательной трубе в отдаленную от топки часть котла и здесь, преодолевая давление питательного клапана, приподымает его и вливается в котел. Обратите внимание, что вода поступает в котел в *отдаленной* от топки части. Здесь есть то, что называют «парадоксом», т.-е. видимой нелепостью. Ведь мы знаем из обихода, что хозяйка чугуна с холодной водой старается поставить поближе к огню. И казалось бы, надо холодную воду вводить в котел около топки. Но этого делать нельзя. В топочном кожухе очень много связей и заклепок; подвергать их попеременно быстрому охлаждению и нагреванию — значит расшатывать котел, потому что мы знаем, что от нагревания и охлаждения металлы, как и все тела, расширяются и сокращаются. Это соображение из-за устройства котла. Но у нас есть и другие. Техника охлаждения и нагревания определенно остановилась на *противотоке*, как на лучшем способе передачи тепла. Такой противоток мы видим и в паровозе. Сгорание топлива в топке дает газы очень горячие, они имеют температуру более 1000 градусов; уносясь по жаровым и дымогарным трубам котла, эти газы постепенно отдают свое тепло воде, поступающей в котел около дымовой коробки. В дымовой коробке газы имеют уже температуру около 500–600°. Вода в открытом сосуде, мы знаем, кипит при ста градусах. Стало-быть, порядочное количество тепла, которым мы могли бы воспользоваться для испарения воды, т.-е. для получения пара, у нас улетает даром в трубу. Выгоднее было бы сделать котел подлиннее и начинать нагревание воды в самом дальнем его конце. Новейшие паровые котлы, очень экономные, строятся именно в расчете на использование противотока газовых продуктов горения и воды и получают из нее пар очень горячий. Вообще строители паровых котлов пришли к убеждению, что выгоднее работать паром высоких давлений и очень перегретым. Свойства водяного пара вообще очень меняются в зависимости от давления и степени нагрева, под которым пар находится. Мы различаем пар влажный, сухой и перегретый.

Перегрев пара

В паровозном котле с рабочим давлением в 13 атмосфер пар в котле образуется при нагреве, примерно, 192°. Можно измерить

количество тепла, которое содержит один килограмм такого пара — оно, оказывается, равно 669 калориям. Если мы перегреем этот пар до 400° , то окажется, что килограмм его содержит уже 782 калории, т.-е. количество тепла в нем стало больше и, так как нам известно, что паровая машина работает за счет тепла, заключенного в водяном паре, то ясной становится выгода перегрева. Достичь такого перегрева в 400° можно, так как в нашем паровозе в трубу вылетают газы с нагревом в 600° . Вот жаром этих газов и пользуются для перегрева пара. В нашем паровозе перегреватель русского конструктора Ноткина (рис. 8), тогда как в других паровозах заграничной постройки ставится пароперегреватель системы Шмидта. Паровая труба, идущая из сухопарника, в дымовой коробке нашего паровоза разветвляется в три ряда тонких трубок, вставленных в верхние жаровые трубы котла, — их 24. Каждая из тонких паропроводных трубок проходит во всю длину жаровой трубы почти до топочной решетки и здесь кончается слепым концом, т.-е. закрыта наглухо пробкой. Внутри этой трубки вставлена другая потоньше трубка, которая *открыта* у слепого конца первой трубки; сырой пар из регуляторной (паропроводной) трубы поступает в первую широкую трубку и по кольцевому промежутку течет навстречу горячим газам в жаровой трубе и, возвращаясь по внутренней трубке перегретым, входит через сборную коробку в паровую трубу, ведущую пар к машине.

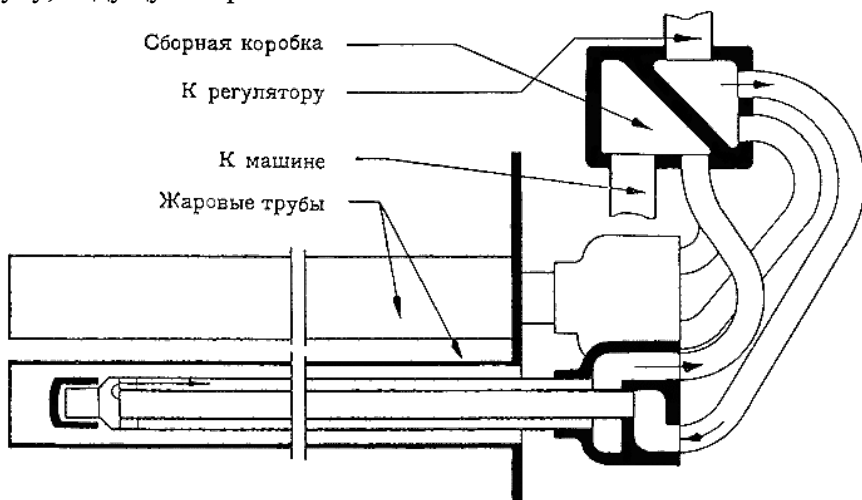


Рис. 8. Схема пароперегревателя системы «Ноткин». Сырой пар из регулятора поступает в переднюю камеру сборной коробки, помещенной в дымовой коробке. Отсюда пар распределяется по трубкам, омываемым горячими газами, перегревается и возвращается в

заднюю камеру сборной коробки, откуда и поступает в машину. Трубки перегревателя помещаются в дымогарных трубках, увеличенного диаметра, называемых жаровыми трубами.

В пароперегревателе, изобретенном немецким слесарем Шмидтом, сырой пар проводится в жаровой трубе по одной тонкой трубке; она проходит по всей длине жаровой трубы четыре раза, делая два колена (поворота) вблизи топки и одно колено около дымовой коробки — тут все трубки, пароперегревателя Шмидта как и в нашем перегревателе, снова сливаются в одну большую трубу, по которой пар идет в машину. Отсюда видно, что пар проходит по каждой трубке, помещенной в жаровой трубе котла, очень длинный путь. Горячие газы, протекающие в жаровой трубе, успевают нагреть пар до 400° , примерно. Как именно разветвляется паровая труба в ряды тонких трубок и потом они собираются в одну, мы не станем говорить, чтобы не удариться в лишние подробности довольно сложного устройства пароперегревателя. Заметим только, что пароперегреватель действует лишь тогда, когда по его трубкам из сухопарника проходит пар, т.-е. машина паровоза работает, и он находится в движении. А машинист, мы знаем, пускает пар из сухопарника, открывая *регулятор*, и останавливает машину, закрывая пар регулятором же. К регулятору-то и присоединены через особое приспособление *заслонки*, закрывающие в дымовой коробке жаровые трубы. Если регулятор открыт, то открыты и заслонки. Тогда по жаровым трубам проносятся раскаленные газы, а по трубкам перегревателя течет в машину пар, — перегреваясь сам, он уносит тепло, охлаждает самую трубку перегревателя, не давая ей раскалиться. Если регулятор закрыт, то закрыты и заслонки жаровых труб. И стало-быть нет по ним потока раскаленных газов из топки. Будь иначе, — тонкие трубки перегревателя, не охлажденные теперь током пара, скоро бы накалились, покособились, а в части, близкой к топке, могли бы и прогореть, испортив все дело. Из этого видно, что пароперегреватель вещь довольно нежная и требует к себе большого внимания. Прежде чем затопить паровоз с пароперегревателем, надо не только поставить регулятор на «закрыто», но еще, открыв спереди большую крышку дымовой коробки, убедиться, что заслонки на жаровых трубах закрыты и «автомат», действующий от регулятора, исправен.

Чтобы можно было следить за работой перегревателя из будки машиниста, на трубе, собирающей пар из отдельных трубок перегревателя, ставится *пирометр*, т.-е. термометр для высоких степеней нагрева. Циферблат пирометра находится в будке машиниста перед его глазами. На нем написаны градусы от 150 до 400. Мы держим на паровозе «С» перегрев около 320°. Если на ходу паровоза перегрев заходит выше, мы можем прикрыть заслонки на жаровых трубах и не закрывая регулятора, т.-е. не останавливая машины, при помощи ручного привода из будки. Высокий перегрев угрожает не только перегаром трубок, но вреден еще и тем, что очень горячий пар сжигает смазку в машине: в паровом цилиндре и золотниковой коробке, а это может повлечь печальные последствия.

Взор наш теперь естественно обращается к паровой машине паровоза, куда нас приводит *поток* пара. В нашем паровозе, как и в большинстве паровозов — две паровые машины, расположенные впереди его по сторонам. Машины нашего паровоза совершенно одинаковы, поэтому всё, что мы скажем об одной, будет правильно и о другой. Раньше чем мы подойдем ближе к паровозной машине, окинем еще общим взглядом сделанный нами путь при изучении паровоза. В том, что мы описываем, можно разглядеть везде как бы *ряд* связанных друг с другом вещей, наших поступков и явлений. Словом «явление» ученые называют все, что совершается в мире и на что среди этих событий устремлено наше внимание. Паровоз так устроен, что в нем правильно повторяется *ряд явлений*, если мы будем сообразно действовать. Все это вместе взятое образует то, что называют *рабочим процессом*. Мы с вами изучаем рабочий процесс паровоза. Нам остается узнать действие машины паровоза, — чтобы его рабочий процесс понять от начала до конца.

Паровозная машина

Колеса паровоза вращаются паровой его машиной. Конечно, вы, разглядывая паровоз, не раз останавливали свое внимание на несколько соединенных с колесами и между собою полированных рычагах, которые на ходу паровоза так удивительно «играют» — все это вместе взятое мы, работники тяги, кратко называем «движением». Говоря: «смазано, ли движение» или «движение неправильно собрано», мы разумеем именно весь движущий механизм паровоза. Часть «движения» скрыта в цилиндре, который, конечно, привлекал и ваше внимание; стоит внимательно посмотреть на машину паровоза, чтобы сказать: тут и есть «все дело», в *цилиндре* паровой машины. Это будет правильно сказано: здесь пар совершает работу.

Цилиндр.

Цилиндр паровой машины отлит из чугуна и внутри очень точно обточен по кругу: открытый цилиндр паровоза сверкает внутри зеркалом. Когда новый паровоз принимается с завода, то приемщик забирается в вымытый керосином цилиндр с увеличительным стеклом в руке и осматривает через него, нет ли на зеркальной поверхности цилиндра задиров, раковин (пустота при плохой отливке) и заделок.

Поршень.

Внутри цилиндра вдвигается надетый на круглую скалку, называемую также *штоком*, наглухо круглый поршень; он пригоняется к цилиндру настолько плотно, что между ним и стенками цилиндра нельзя продуть ни пара, ни воздуха, но все-таки есть почти неуловимый зазор, позволяющий поршню скользить по тончайшему слою смазочного масла, покрывающему стенки цилиндра. Благодаря этой смазке тяжелый поршень при сборке, когда еще цилиндр открыт, мы можем двигать взад и вперед одной рукой. Такая легкость хода при точной вместе с тем пригонке достигается благодаря тому, что на поршень надеты слегка пружинящие разрезные кольца из чугуна. С концов цилиндр закрыт крышками на винтах. В задней крышке сделано отверстие, в которое ныряет скалка (поршневой шток), когда поршень движется взад и вперед в цилиндре. Тут надо тоже

добиться такого плотного соединения, чтобы пар не выпихивал наружу, но чтобы и сильного трения не было.

Сальник.

Для этого на передней крышке устраивается сальник: когда-то это был медный с отверстием надетый на шток колпачок, внутрь которого вкладывалось плетеное из пеньки кольцо, обильно пропитанное твердым говяжьим салом — отчего прибор получил и хранит свое имя до сих пор. Колпачок плотно притягивался к крышке цилиндра двумя болтиками, отчего пеньковое сальное кольцо уплотнялось вокруг штока и, не пропуская пара, в то же время давало возможность легко скользить штоку поршня. В нашем паровозе от перегретого пара такой «сальник» живо бы сгорел и пропарил, а шток *заело бы* тотчас. Хотя мы теперь и говорим сальник, но только по старой памяти. Искусство заправить сальник было раньше немаловажным делом помощника машиниста. Теперь сальники паровоза заключают в себе несколько колец, надетых на шток одно за другим; кольца эти отлиты или из свинца, или из особого «антифрикционного» (против трения) сплава; вместо сала кольца эти обильно смазываются тончайшим порошком *графита*. И попрежнему состояние сальника — главная забота машиниста: если сальник в поезде пропарил, ничего другого не остается, как вызывать на помощь резервный паровоз: срам! С нынешними сальниками это, впрочем, случается редко.

Золотниковая коробка.

Около крышек внутри цилиндра мы видим узкие прорезы — это паровпускные и выпускные окна — от них начинаются каналы в теле цилиндра, которые выводятся вверх в золотниковую или «шиберную» коробку. В старинных паровозах золотниковая коробка и оправдывала свое название, напоминая коробку, опрокинутую над цилиндром. В нашем паровозе золотниковая коробка круглой цилиндрической формы. На рис. 9 она, как и цилиндр, изображена в разрезе по оси. Чтобы понять, что в чертежах называется «разрезом по оси», лучше всего произвести такой опыт: вырежьте из толстой бумаги прямоугольную рамку, подобную разрезу золотникового цилиндра, проденьте посередине коротких сторон иглой тонкую веревочку; натяните ее, держа за концы, в руках, и быстро крутите веревочку пальцами — тогда вы

будете видеть и вырезанный из бумаги *разрез* и цилиндр, который получается от вращения «разреза по оси» — веревочка тут и служит осью. В цилиндрической золотниковой коробке движется цилиндрический же золотник (или «шибер» по-немецки). Он изображен на рисунке 9 в разрезе и состоит из двух поршеньков (дисков), надетых на шток. Поршеньки золотника своим устройством похожи на поршень парового цилиндра, а шток (скалка) золотника выходит из золотниковой коробки через втулку и сальник, подобный сальнику парового цилиндра. Так устроенный золотник может двигаться в своей коробке взад и вперед. В движение он приводится тягой от *кулисного механизма*; как, именно — мы потом узнаем подробно. В пространстве между поршеньками (их называют еще дисками) золотника вводится перегретый пар через окно (В), отверстие, к которому присоединена паровая труба; так что между дисками золотника всегда полно перегретым паром. По сторонам от поршеньков золотника сделаны в золотниковой коробке паровыпускные окна (С, С). От них идут две широкие трубы, соединяясь в одну, которая в дымовой коробке, в свою очередь, соединяется с такою же трубой, идущей с другой стороны от золотниковой коробки второго парового цилиндра, в месте соединения трубы оканчиваются направленным вверх в трубу соплом, которое называют «форсовым конусом», потому что он служит для «форсирования», т.-е. усиления тяги в топке. Золотниковая коробка сообщается с паровым цилиндром каналами в его теле, о которых мы упоминали раньше. Эти каналы (D, D) видны в разрезе на нашем рисунке; там, где эти каналы открываются в золотниковую коробку, в ее теле проточены кольцевые углубления. Таково в общих чертах устройство паровой машины паровоза. И на нашем рисунке 9 она показана в общих чертах, в упрощенном виде. Теперь можно объяснить, как действует паровозная машина.

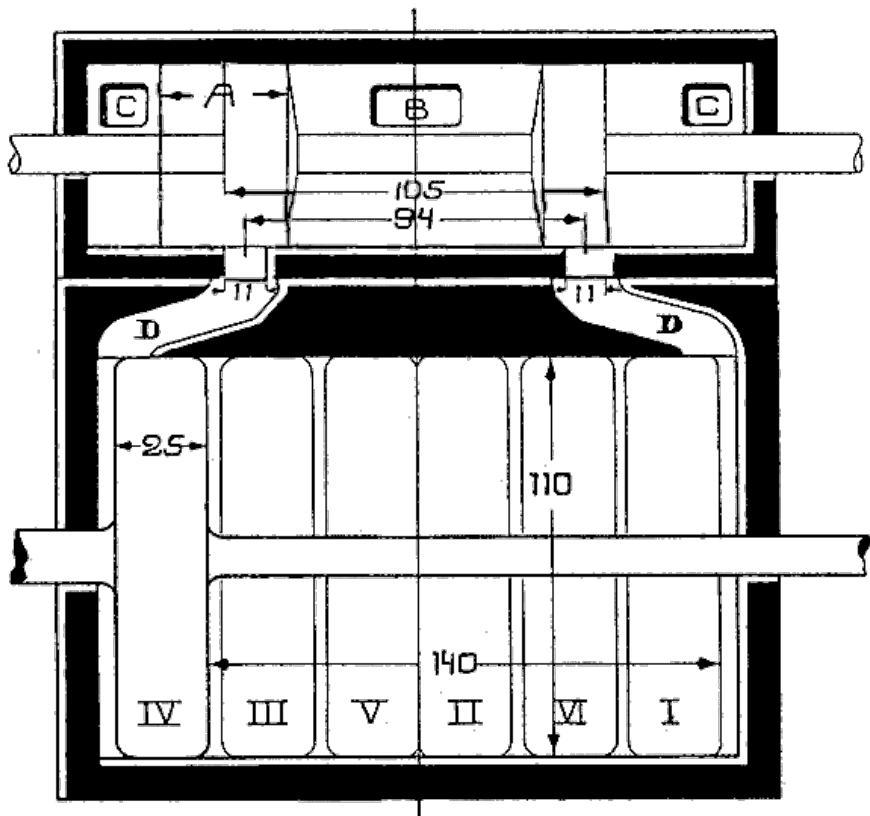


Рис. 9.

При своем движении золотник попеременно впускает пар каналами D, D то в правую, то в левую половину цилиндра. Размеры золотника так подогнаны, что если впускается пар в правую (переднюю) сторону цилиндра, то левая (задняя) сторона цилиндра сообщается с выпускным окном и, наоборот, если пар впускается в левую сторону цилиндра, то правая сообщается с выпускным окном.

Работа пара.

Рабочая сила пара, или, правильнее говоря, «запас энергии», заключенный в нем, зависит от его объема и давления. Пар, обладающий давлением, стремится расшириться и расширяясь, производит работу. Расширение пара происходит в паровом цилиндре. Чтобы лучше проследить то, что происходит в паровом цилиндре и золотниковой коробке при работе машины паровоза, я советую вам сделать следующее. Перечертите на лист бумаги,

размером 30–25 сантиметров, рисунок 9 разреза машины и соблюдайте указанные на нем размеры в миллиметрах. Особенно важно при этом, чтобы расстояние средин паровых каналов **D**, **D** от средней линии, делящей рисунок на левую и правую половину, было точно такое, как указано на рисунке, т.е. 47 миллиметров. Затем отдельно из листка плотной бумаги вырежьте силуэт золотника на золотниковом штоке, соблюдая размеры в миллиметрах, указанные на рисунке 10, и также силуэт поршня парового цилиндра размерами 110 миллиметров в высоту и 25 миллиметров в ширину. Чтобы понять отношение этих силуэтов поршня и золотника к их виду в натуре, можно при помощи веревочки, продернутой по их оси, покрутить каждый из этих силуэтов, — и вы увидите легкий очерк тела и поршня, и золотника. А самые силуэты рисуют их «в разрезе». Эти два силуэта мы можем накладывать на рисунок «разреза» паровой машины в разных местах так, как будто золотник и поршень движутся на самом деле. Теперь у нас в руках подвижный рисунок или, как говорят, «модель»; с помощью ее мы можем проследить взаимные положения поршня и золотника при их рабочем движении. Мы будем различать в работе машины такие части (или, как говорят, «периоды») действия пара в цилиндре.

А. Пусть поршень находится в крайнем правом положении, обозначенном на рисунке 9 цифрой I. При этом положении поршня золотник должен быть так сдвинут от своего среднего положения, чтобы открыть доступ свежего пара из пространства между своими поршеньками в правый паровпускной канал. Заметим при этом, что поршень не прикасается к крышке цилиндра, а несколько до нее не доходит. Это пустое пространство в старых машинах старались сделать как можно меньше, считая его *вредным* — почему, вы сейчас узнаете. Свежий пар, входя каналом **D** в это пространство, расширяется и, давя на поршень, толкает его на нашем чертеже *влево*. Золотник в это время держит окно открытым, двигаясь *вправо*. Значит, в начале хода поршень и золотник движутся в разные стороны.

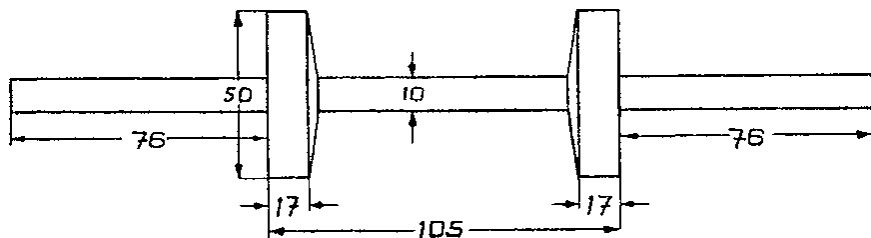


Рис. 10. Силуэт золотника паровоза «С».

Вспомним, что мы пользуемся для нашей машины *перегретым* паром. Он содержит в себе столько тепла, как только может выдержать, не сгорая, смазка. Проследите теперь путь пара, несущего тепло. Регулятор в сухопарнике открыт. Влажный пар по жаровой трубе устремляется в трубки перегревателя и расширяется, как бы ища выхода. По паровой трубе он поступает в золотниковую коробку между поршеньками золотника, а отсюда через паровпускной канал во «вредное» пространство цилиндра. Поршень уступает давлению пара, и свежий пар занимает освобожденный поршнем объем. Так образуется в паропроводе нашей машины *поток* пара. К сожалению, он на пути своём уже утратил часть своей работоспособности по двум причинам; стенки трубок, золотниковой коробки и цилиндра, штоки поршня и золотника, нагреваясь сами, отдают это тепло наружу; если в собирателе пара из отдельных трубок перегревателя он имеет нагрев до 320° , то в самом цилиндре температура пара будет всегда несколько ниже: часть тепла мы безвозвратно потеряем; кроме того на пути из сухопарника в цилиндр пар неизбежно *мнется*, так как ему приходится протекать с трением через узкие отверстия разного просвета и менять направления своего течения. Вы спросите, куда же девается при *мятии* пара его сила. Если вам покажут вскрытый цилиндр старого, долго работавшего паровоза, то вы увидите, что каналы, по которым протекал рабочий пар, «разработаны», т.-е. расширены, покрыты продольными бороздами, изменили приданную им ранее при постройке паровоза форму. Это сделал пар. Он длительным своим действием оказался способным разрушать *форму*, приданную стали и чугуну, — столь прочными, что на станках для резцов при их обработке приходится употреблять самые твердые сорта инструментальной стали. Так же срабатываются и крутые повороты труб и трубок паропровода и пароперегревателя, почему все эти колена делаются с утолщенными стенками. Можно сказать так, что пар ищет везде *слабины*, чтобы через них прорваться, а мы конструкцией предписываем ему определенный путь — из котла в машину. Когда в ее цилиндре пар выдвинет поршень *достаточно*, наступает второй период действия пара в цилиндре.

Отсечка пара

Б. Мы можем сказать «достаточно» в любой момент движения поршня под давлением свежего пара — и произвести *отсечку*. Допустим, что мы хотим наполнять цилиндр свежим паром

только до половины хода поршня, до тех пор, пока, он не займет положения, указанного на поршне цифрой два. Это будет наполнение в половину, или 50 %. В этот момент золотник должен, переменив направление своего движения и двигаясь вслед поршню, закрыть правый паровпускной канал внутренней кромкой своего правого поршенька; это и называют отсечкой пара. Период впуска пара окончился, наступил период *расширения*. Поставьте в это положение поршень и золотник на нашем подвижном рисунке и взгляните на левую сторону его, где изображена одинаковая (симметрическая) с правой левая часть машины. Вы увидите, что левый поршеньек золотника настолько сдвинут вправо, что паровпускной канал открыт в сторону левой камеры золотниковой коробки; поэтому левая часть цилиндра через канал, открытый золотником, сообщена с выпускным окном (С) — левой стороны золотниковой коробки, а через него с выпускной, или «выхлопной» трубой, оконченной конусом под дымовой трубой паровоза; стало-быть левая часть цилиндра соединена с атмосферой (наружным воздухом), и давление в ней равно атмосферному — *одной* атмосфере; между тем с правой стороны цилиндр до половины занят свежим перегретым паром с давлением около 11 атмосфер и температурой около 300°.

Расширение пара.

Поэтому пар *расширяется*, продолжая толкать поршень в левую сторону. Работа паровой машины продолжается, хотя золотник и закрыл паровое отверстие. Надо заметить, что давление в цилиндре в конце впуска несколько падает от того, что отсечка не бывает мгновенной — золотник движется плавно и, сужая ход пару, *мнет* его. Откуда теперь после отсечки машина черпает силу? За счет чего совершается работа? Чтобы ясно ответить на эти вопросы, надо изучить те изменения, какие происходят с перегретым паром при расширении. Главнее всего то, что при расширении пар теряет свой *нагрев*, — охлаждается, температура его падает. Затем, если бы мы наблюдали изменение перегретого пара через прозрачное, например, закрытое стеклом окно, то мы увидали бы следующее. Перегретый пар совершенно прозрачен, подобно ясному воздуху. При расширении пар мутнеет, в нем появляется *туман*. Отсюда можно заключить, что пар стал влажным. Действительно, более близкое изучение пара показывает, что, теряя тепло при расширении, перегретый пар делается сначала похожим на пар из сухопарника, т.-е. превращается в сухой пар, а затем во влажный. При этом

перегретый пар теряет свою текучесть и становится более теплопроводен, т.-е. более способен отдавать тепло изнутри себя окружающим его телам — например, стенкам цилиндра, поршню и т. д. В то время, когда поршень достигнет в цилиндре положения, отмеченного цифрой III, давление пара в правой части цилиндра будет, примерно, 3 атмосферы, а температура около 134° . В этом месте кончается период расширения, хотя мы могли бы, если не менять положения золотника, продолжать расширение до тех пор, пока поршень не достигнет левого крайнего положения в цилиндре. Но этого не делают, потому что поршень и все связанные с ним движущие части машины, придя в крайние положения, должны возвращаться обратно. Такое движение называют *возвратно поступательным*. Раз у нас поршень двигается «возвратно-поступательно», наилучше уменьшить во избежание вредных толчков скорость его движения в конце хода.

Предварительный выпуск.

В. Чтобы уменьшить скорость хода поршня, мы должны уменьшить давление пара, движущего поршень. Это и достигается золотником, который, двигаясь все в ту же сторону, открывает, наконец, внешней кромкой своего правого поршенька выход пара из цилиндра через правый канал **Д** в правую камеру золотниковой коробки, из нее же в выхлопную трубу паровоза. Пар устремляется туда. Давление в правой половине цилиндра быстро падает и движение поршня замедляется. Так начинается предварительный выпуск пара. Называем мы его «предварительным» потому, что он *предваряет*, опережает обратный ход поршня, а при обратном ходе поршня, это теперь вам должно быть понятно, пар, или точнее почти весь пар, должен быть выпущен изнутри правой стороны цилиндра. *Предварительным* выпуском достигается и еще одна цель — уменьшить *противодавление* пара в начале обратного хода поршня, которое затруднило бы выхлоп пара. Предваряя выпуск, мы даем потоку пара время повернуть в обратную сторону.

Г. Пар из правой половины цилиндра вылетает через конус и трубу «на волю», между тем как поршень, замедляя ход, достигает крайнего положения, отмеченного на рисунке 9 цифрой четыре. В это время паровпускное отверстие правой части цилиндра открыто. Поставив так, как следует, золотник на нашем подвижном чертеже, мы заметим, что раз открыт выхлоп из правой части цилиндра, то золотник внутренней кромкой своего

левого поршенька приоткрыл уже впуск пара через левый впускной канал в левую на рисунке половину цилиндра, отчего поршень, достигнув крайнего положения влево, начинает двигаться возвратно вправо.

Надо в этом месте хорошенько заметить, что все, что мы говорили, наблюдая движение поршня справа налево, теперь мы можем повторить о *левой* стороне цилиндра. А то, что мы будем говорить сейчас о возвратном движении поршня в правое крайнее положение, можно было сказать ранее о левой части цилиндра. В ней, при движении поршня влево, происходило уже то, что теперь будет сказано о правой части цилиндра.

Сжатие пара.

Д. Итак, поршень нашей машины под давлением пара, наполняющего левую часть цилиндра, движется вправо, вытесняя через правую камеру золотниковой коробки пар на волю. Выпуск продолжается не до конца движения поршня, а до положения, примерно около отмеченного на рисунке 9-м цифрой V. Около этого положения золотник закрывает выпуск пара внешней кромкой своего правого поршенька, двигаясь вправо. Лишенный теперь выхода пар в правой части цилиндра *сжимается* под давлением поршня. При сжатии пара давление его в правой части цилиндра увеличивается, и к концу хода поршня «вредное» пространство цилиндра оказывается наполненным паром более высокого давления, чем было бы, если б мы выпускали пар на волю до конца. От этого получается выгода: в период впуска, который затем последует, потребуются меньше свежего перегретого пара. Надо сказать, что при сжатии пара попутно с повышением его давления он *нагревается* и согревает стенки цилиндра, поршень и шток, охлажденные выпуском пара.

Если бы этого не делать, не прекращать загодя выпуск пара, то происходила бы, как говорят, «вступительная конденсация» пара.

Конденсация.

Конденсация — значит *сгущение*. Вступая в охлажденный цилиндр, пар так сильно охлаждается, что сгущается в сырой туман. Это вредно не только в смысле потери тепла. Когда паровозы работали до изобретения пароперегревателя сухим по названию, а на деле всегда несколько *влажным* паром, он,

вступая в охлажденный цилиндр, сгущался в воду — и бывали случаи, что воды скопилось в цилиндре по обе стороны поршня довольно много. Вода почти не сжимаема. И если «вредное» пространство заполнялось водой, то получались сильные гидравлические удары, которые разбивали или выбивали крышки цилиндров. Перегретый пар и в этом отношении выгоднее, так как он *далее* по своей температуре от сгущения. Для предупреждения скопления воды в цилиндрах, по концам их внизу устроены краны, которые машинист открывает из своей будки — это так называемые *продувные* (продувательные) краны. Хотя наш паровоз работает перегретым паром, но продувные краны поставлены и на его цилиндрах. Когда паровоз долго стоит без движения, особенно зимою, цилиндры сильно охлаждаются, и вступительная конденсация пара дает себя чувствовать и при перегретом паре. Вот почему после начала движения паровоза вы всегда видите, что из-под его цилиндров вырываются с шипением клубы пара: это машинист открыл краны, чтобы продуть цилиндры, — удалить из них воду, если случилась вступительная конденсация. Нам остается еще сказать о периоде сжатия, что повышение давления в конце хода поршня влияет на плавный переход поршня через крайнее его положение — образуется упругая «паровая подушка».

Предварительный впуск.

Е. Поршень почти достиг своего крайнего положения; когда он находится в месте, изображенном на рисунке 9 под цифрой VI, золотник, двигаясь вслед поршню, чуть-чуть приоткрывает внутренней кромкой правого поршенька отверстие паровпускного канала. Это называется *предварительным впуском*, а также опережением впуска. Делается это для того: 1) чтобы окончательно затормозить поршень перед его обратным ходом; 2) заполнить вредное пространство еще до начала хода поршня свежим паром; 3) чтобы к этому началу золотник успел достаточно открыть правый впускной канал, — иначе пар, проникая в цилиндр через узкую кольцевую щель, будет «мяться» с неприятными для действия машины последствиями — давление его и температура понизятся и произойдет вступительная конденсация. Дальше то, что мы описывали, повторится в том же самом порядке, при чем одно и то же, чередуясь, происходит то в левой, то в правой части цилиндра. Такое парораспределение мы назовем *симметричным*. Если поставить на вертикальную черту, разделяющую наш рисунок 9 на две равные части, краем

маленькое зеркало, то вы увидите, что в нем отразится и очень будет похожа на скрытую за зеркалом часть рисунка, которая находится перед ним: вот это и показывает симметрию парораспределительного устройства нашей машины внутри. Все, что нами сказано об одной машине паровоза, можно сказать и о другой — они должны быть совершенно одинаковы. Подобного рода машины, в которых рабочий пар, после расширения в одном цилиндре, выпускается на волю, (в атмосферу), называют машинами однократного расширения, или простого действия. И паровозы с такими машинами именуют обыкновенными, или паровозами простого действия.

Компаунд-паровозы.

Но существуют и паровозы *двукратного* расширения, или «компаунд-паровозы», как их чаще называют. В этих паровозах один из цилиндров, чаще всего правый, — меньшего размера, чем второй. В первом (правом) цилиндре высокого давления пар выпускается на большом протяжении хода поршня, или, можно сказать, работает с большим *наполнением*; поэтому в конце хода поршня пар хотя и расширяется, но обладает еще высоким давлением; при обратном ходе его не выпускают на волю, а через широкую трубу (ресивер), расположенную в дымовой коробке, перепускают в левый большой цилиндр, где пар, мятый в первом цилиндре, работает расширением; давление его здесь сильно понижается; этот цилиндр называют цилиндром низкого давления. Видя паровоз спереди, вы чаще всего можете отличить паровоз-компаунд от простого — именно по разному размеру цилиндров. Впрочем, иногда делают еще и так: по сторонам паровоза ставят по одинаковой машине высокого давления, а внутри под котлом третью машину с цилиндром низкого давления. До 1925 г. большинство курьерских паровозов, как и наш «С», строились с машинами простого действия. В названном году Путиловским заводом выпущен более сильный паровоз серии «Л», именно с тремя машинами: двумя высокого давления и третьей внутри между ними низкого давления. Выгода компаундажа, т.-е. применение машины двойного действия, та, что в них мы полнее можем использовать расширение пара, чем в одном цилиндре.^[1]

Парораспределительный механизм

Кривошипный привод.

Возвратно-поступательное движение поршней в паровых машинах паровоза превращается при помощи *кривошипного привода* во вращательное движение его колес. Кривошипный механизм вам должен быть знаком; когда вы вертите рукою мясорубку, кофейную мельницу или веялку, то ваша рука исполняет движение, похожее на движение паровозного шатуна, рукоятка подобных машинок — палец кривошипа; педали велосипеда, вращаемые ногами ездока, тоже кривошипы; ножная швейная машинка приводится от подножки в движение также шатуном кривошипного механизма. У паровоза кривошипный механизм устроен так. Шток поршня соединен (рис. 11) с *крейцкопфом*: литую из стали часть, с которой шарниром соединен шатун (**М**), длинный, прочный рычаг, другой конец которого круглым своим отверстием надет на кривошипный палец, наглухо вставленный в ступицу ведущего колеса паровоза на некотором расстоянии от его оси. Крейцкопф сверху имеет гладкую поверхность и плотно прилегает к длинному прямому брусу (**Р**), называемому *параллелью*, охватывая ее закрайками; при движении поршня взад и вперед крейцкопф скользит по параллели, которая направляет движение штока, удерживая его от колебаний, неизбежных при толчках во время работы паровоза; пар, двигая в цилиндре поршень взад и вперед, то тянет, то толкает шатун за конец, укрепленный в крейцкопфе, и вращает шатуном колесо. Не трудно понять, что при полном ходе поршня взад и вперед колесо сделает один оборот. Расстояние от одного крайнего положения поршня до другого называется ходом поршня. В нашем паровозе ход поршня — 700 миллиметров. Расстояние от середины оси ведущего колеса до середины пальца кривошипа, как ясно из рисунка, равно половине хода поршня (в нашем паровозе, следовательно, 350 мм) и называется длиной кривошипа.

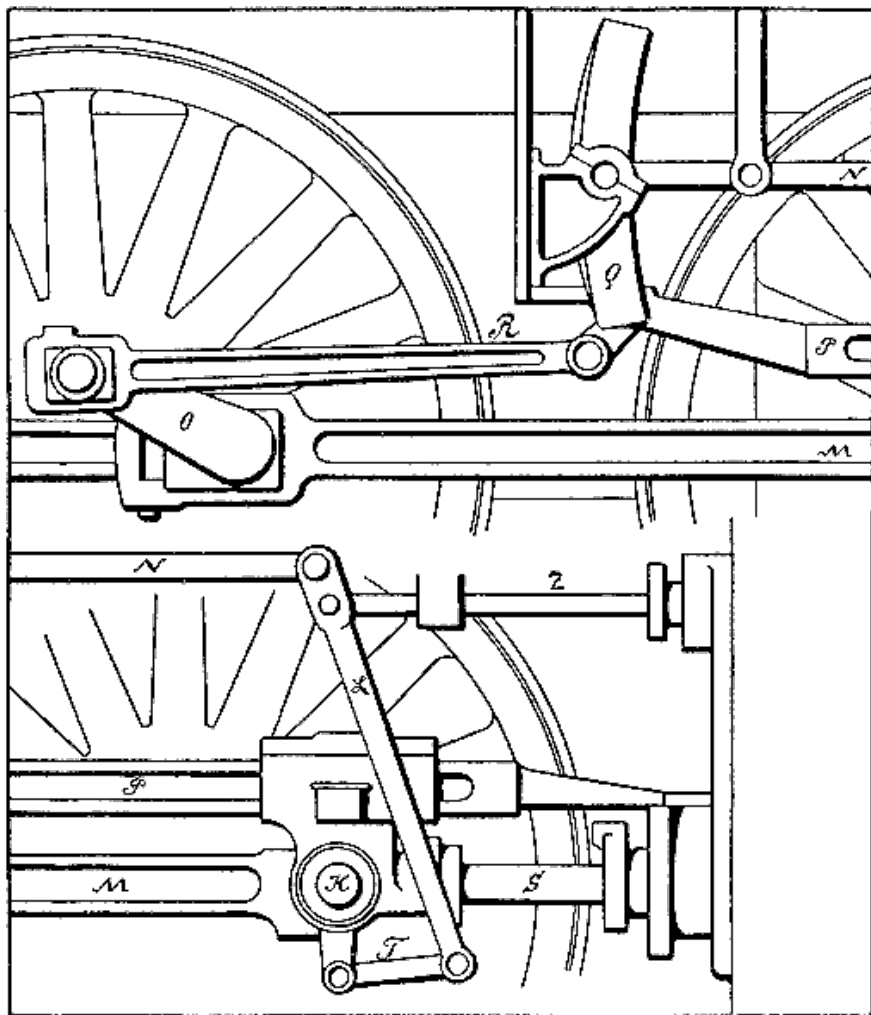


Рис. 11. Общий вид кулисного парораспределительного механизма Гейзингера. Для экономии места рисунок разделен на две части: вверху изображено ведущее колесо, кулисса, внизу — крейцкопф, эксцентрик опережений.

Мертвые положения.

У кривошипа и связанного с ним шатуном поршня есть два положения, которые необходимо отметить, именно, когда поршень занимает переднее или заднее крайнее положение в цилиндре, а палец кривошипа и шатун находятся на линии штока, соединяющей центр оси колеса с центром поршня; при

таком положении кривошипа, называемом *мертвой точкой*, пар не может привести в движение колеса, так как шатун только прижимает в этом положении ось колеса к *подшипнику*, в котором она должна вращаться; надо сдвинуть хоть чуть-чуть колесо с мертвой точки, чтобы кривошипный механизм мог снова действовать. В паровозе это достигается тем, что обе его машины и правая и левая действуют на одну пару колес, т.-е. на одну ось; колеса паровоза, наглухо надетые на оси, вращаются вместе с ними; ось, на которую действуют посредством кривошипного привода машины паровоза, называется *ведущей осью*, и два колеса ее тоже называются *ведущими*, потому что они «ведут» паровоз; для избежания остановок поршней машин в «мертвых» точках, кривошипы ведущих колес установлены в разных положениях — под прямым углом один к другому: когда кривошип правой машины приходит в переднюю или заднюю мертвую точку, кривошип левой машины занимает в первом случае верхнее положение, во втором нижнее положение, а в обоих этих положениях поршень действует на плечо кривошипа с наибольшим эффектом и сдвигает правый кривошип с мертвой точки; не трудно понять, что в то время как левый кривошип попадет в «мертвое» положение, правый окажется в наиболее деятельной точке и сдвинет левый с мертвой точки; благодаря этой взаимной связи машин паровоза, нет такого положения поршней и кривошипов, при котором машина не могла бы стронуться, раз только машинист открыл регулятор и пустил тем самым пар в золотниковые коробки обеих машин.

Из золотниковых коробок пар пропускается в цилиндры золотниками то с одной стороны, то с другой. Посмотрим теперь, как и чем движутся золотники. Так как золотники распределяют пар, то приводы для их движения называют «парораспределительными механизмами». Есть несколько устройств-парораспределения для паровозов.

Кулисса Гейзингера.

На нашем паровозе парораспределение Гейзингера или, как иногда короче говорят, «*кулисса Гейзингера*» по названию существенной части этого привода. Кулисса Гейзингера состоит из нескольких связанных между собою тяг и рычагов, игрой которых вы любовались со стороны во время хода паровоза. Они то скрещиваются, то расходятся, движутся то в одну, то в разные стороны, одни скользят, другие качаются и хотя глаз сразу ловит многократное повторение движений, но общую картину его

усваивает с трудом — глядя со стороны кажется, что движение кулисного механизма мудрено и непостижимо. Чтобы показать, что это не так, что, напротив, парораспределительный механизм паровоза прост и доступен пониманию, мы расчленим его движение на части, чтобы затем вернуться ко всей картине движения в целом.

Парораспределительный механизм, или коротко «кулисса Гейзингера», представляет собою сочетание нескольких тяг (штанг) и рычагов, получающих свое движение от *поршня* и от связанного с ним посредством шатуна и кривошипа *ведущего колеса*. Движение кривошипа нам достаточно знакомо: центр его пальца, а стало-быть и конец надетого на палец шатуна, совершают круговые движения вокруг центра колеса, конец же шатуна, соединенный шарниром с крейцкопфом, движется *прямолинейно* взад и вперед от одного мертвого положения до другого. Прежде чем приступить к разбору «кулиссы Гейзингера», нам нужно ознакомиться с некоторыми простыми свойствами рычага. У двуплечего рычага точка опоры, или ось вращения в шарнирном соединении, помещается между концами, а у одноплечего на конце его. При движении рычага вокруг его оси концы его движутся по окружности, как и любая из отмеченных на рычаге точек, и чем дальше возьмем от оси рычага на нем точку, тем бóльший путь они описывают, и наоборот. В рычаге первого рода точки, отмеченные на разных его концах, движутся при вращении рычага в *разные* стороны, а в рычаге второго рода — в *одну* сторону. Само собой понятно, что в рычаге первого рода, т.-е. двуплечем, точки любого его плеча, лежащие по одну сторону от точки опоры (оси), можно считать точками рычага второго рода: они движутся в ту же сторону, как и конец рычага. Эти известные из курса физики свойства рычагов дают нам способ приложить их для перемены направления движения и для уменьшения его размаха. Если рычаг при движении какой-нибудь машины качается между двумя крайними положениями, то мы можем занимать движение в разных расстояниях от оси качания и с той, или иной стороны ее; вот почему мы можем, пользуясь рычагом, перемещать золотник помощью тяги, укрепленной шарниром в избранной точке рычага, *в желательном для нас направлении и на заданную величину*.

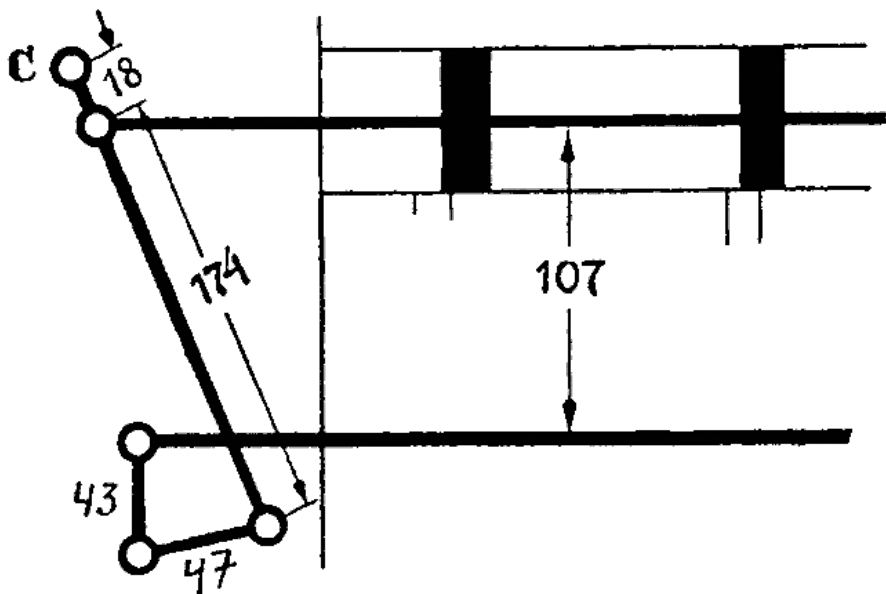


Рис. 12. Схема для модели эксцентрика опережения кулисного механизма Гейзингера. Точка С неподвижна.

Реверсивность.

Менять направление движения золотника для нас необходимо потому, что машина паровоза должна быть *реверсивна* (обратима), т.-е. иметь прямой (вперед) и обратный (назад) ход. Если бы речь шла только об одном ходе, то мы могли бы устроить очень простой парораспределительный механизм. Вспомним подвижной рисунок, которым мы пользовались, рассматривая различные положения поршня в цилиндре при впуске и выпуске пара. Сделаем такой рисунок, прикрепим его к чертежной доске или к доске стола, вырежем из бумаги, как и прежде, поршень и золотник с их штоками, согласно размерам в миллиметрах, написанных на рисунке 9; наложим их на рисунок так, чтобы поршень был в правом мертвом (крайнем) положении. Затем возьмем полоску бумаги длиной в 200 миллиметров и сколем один ее конец с концом поршневого штока (крейцкопф) кнопкой так, чтобы кнопка лежала своим кружком на рисунке, а острием вверх; другую кнопку так же снизу воткнем в конец золотникового штока. Припомним, что, когда поршень находится в правом крайнем положении (обозначенном цифрой I), золотник должен быть сдвинут со своего среднего места и открывать внутренней кромкой правого своего поршенька впуск пара в

правый впускной канал цилиндра; в то же время в левой стороне должен быть открыт выпуск пара. Расстояние, на которое сдвинута кромка поршенька от края впускного канала, называют линейным опережением выпуска. В нашем паровозе «С» это очень небольшая величина, — всего 4 миллиметра! Прикиньте глазом это смещение, и вы поймете, насколько точно конструируются (строятся) современные паровозы. Как ни огромен паровоз, но в его машине излишек или нехватка в размере одного миллиметра, то, что металлисты называют «допуском», имеет очень большое значение.

Установив, как сказано, золотник на нашем подвижном рисунке, наклеим теперь полоску бумаги на острие кнопки, торчащее из-под конца золотникового штока, на расстоянии 20 миллиметров от верхнего конца, а конец полоски приклеим к чертежной доске или к столу, на котором лист рисунка лежит, кнопкой или булавкой. Теперь осторожно начнем двигать поршень так, как бы он двигался в натуре, и не давая золотнику сдвигаться в стороны, будто он движется в своей камере. Наблюдая взаимные перемещения поршня и золотника, мы увидим, что они в точности соответствуют тому, что должно происходить при работе машины паровоза: золотник своевременно впускает и выпускает пар, и под его давлением поршень должен притти в возвратно-поступательное движение. Подобное парораспределение и устраивается в паровых насосах Вортингтона, где не надо ни менять скорости движения, ни его направления. Для паровоза ограничиться таким устройством нельзя. Поэтому в кулиссном приводе Гейзингера движение золотника от рычага, присоединенного к концу поршневого штока, применяется единственно для предварения впуска и выпуска, почему верхнее плечо рычага делается очень коротким, т.-е. шарнирное соединение золотникового штока с рычагом очень близко к его неподвижному на нашем рисунке концу; рычаг этот, следуя за движением кривошипа, если смотреть со стороны, качается, подобно маятнику, почему его и называют иногда маятником кулисного механизма (на рисунке 11 маятник обозначен буквой L). Посмотрев на паровоз, вы после сказанного легко отыщете маятник; при этом вы, конечно, обратите внимание на то, что нижним своим концом маятник соединен шарниром не прямо с крейцкопфом, а посредством серьги к отростку, протянутому вниз от крейцкопфа. Сделано это для избежания подергиваний привода, искажающих его работу. Эти подергивания и вас, наверное, неприятно удивят, когда вы будете работать с своим подвижным рисунком. Дело в том, что крейцкопф движется по прямой линии (эта линия — ось

цилиндра), а нижний конец маятника, качаясь, движется по дуге круга и, если он не особенно длинен, от этого подергивает золотниковый шток, раскачиваясь слегка вверх и вниз. Присоединяя маятник к отростку крейцкопфа, мы можем его сделать более длинным, и тогда его нижний конец будет двигаться по окружности большего радиуса, и поэтому путь его будет более похож на прямолинейный, отчего подергивания вверх и вниз станут меньше, а если сделать еще промежуточную серьгу (Г на рис. 11), то она и совсем устранил подергивание маятника; выгода устройства серьги еще та, что благодаря ей мы можем укоротить золотниковый шток и, подвинув привод ближе к цилиндру, дать простор другим частям кулисного механизма. Именно так и устроено «опережение» впуска в парораспределении нашего паровоза. На рис. 12 даны в миллиметрах размеры маятника, отростка и серьги, подходящие к модели цилиндра с золотником, изображенных на рисунке 9.

Пользуясь этими размерами и общим видом кулисы Гейзингера (нижняя часть рис. 11), не трудно построить из картона модель описанной части парораспределения нашего паровоза, — она называется «эксцентриком опережения». Теперь посмотрим, как достигается кулисой Гейзингера увеличение впуска пара, т.-е. увеличение «отсечки», и перемена хода машины. Для достижения этого мы занимаем движение от ведущего колеса, устанавливая на нем особый, кроме ведущего, *кривошип*. Если вы приобрели некоторый навык в делании подвижных рисунков, то для вас, я думаю, не трудно будет изготовить еще один чертеж паровозной машины, при чем цилиндр и поршень, золотниковая коробка и золотник пусть останутся прежние, а маятник сделайте с серьгой и присоедините его к отростку крейцкопфа, приклеив к концу штока под прямым углом вниз кусочек бумаги. Лучше, если вы вырежете движущиеся части вашей модели из картона. Затем на линии цилиндра отметим положение центра колеса. Чем дальше будет колесо от цилиндра, тем правильнее будет работать модель. Достаточно поместить центр колеса на расстоянии от левого крайнего положения поршня равном четырем или пяти ходам поршня. Самого колеса и ведущего кривошипа пока не стоит делать, но будем, не забывая, думать, что они есть. Пусть кружок бумаги поперечным размером в 160 миллиметров будет изображать среднюю часть колеса; мы его приколем в центре кнопкой к рисунку в месте, намеченном для оси колеса. Вслед за тем нам надо задаться наибольшим размахом золотника или его наибольшим ходом, — чтобы обеспечить полное открытие золотником впускных и выпускных каналов. Допустим, что на нашем чертеже для этого золотник

должен иметь наибольший ход в 70 миллиметров.

Для вас, после знакомства с кривошипным механизмом, должно быть ясно, что перемещение в 70 миллиметров в обе стороны мы можем сообщить золотнику от кривошипа длиной в 35 миллиметров. Отмерим на кружке, который мы утвердили на месте паровозного колеса, от центра 35 миллиметров, проколем в конечной точке отмеренной длины кружок кнопкой острием вверх, это и будет необходимый нам золотниковый кривошип. Мы можем его соединить с золотниковым штоком длинной штангой, но она была бы при своей длине или тяжелой, если мы захотим ее сделать прочной и несгибаемой, или зыбкой, если мы ее сделаем легкой и тонкой. Кроме того, такое прямое соединение из-за того, что золотник находится высоко над цилиндром, причинит неравномерность движений золотника, или *несимметричность* парораспределения, как мы говорили раньше. Попробуйте сделать такое соединение полоской картона, поверните несколько раз сделанный вами кривошип, и вы легко убедитесь, что действительно прямое соединение кривошипа с золотником искажает парораспределение. Поэтому мы должны передать движение золотнику от устроенного нами кривошипа при помощи вспомогательных рычагов. Зная свойство рычагов, вы сумеете сделать это подобно тому, как мы этого достигли с маятником, обеспечивающим «линейное опережение». Попробуйте это сделать, разъединив временно золотниковый шток с маятником. При этом надо помнить, что поршень у нас приводит во вращение колесо при помощи шатуна и кривошипа, — мы их не сделали потому, что на подвижном рисунке трудно насадить два кривошипа (они бы мешали один другому). Помня об этом, мы поймем, что устроенный нами кривошип приводится в движение от главного ходового (или ведущего) кривошипа, и потому нам надо выбрать толково взаимное расположение двух кривошипов — ведущего и кулисного (золотникового). Без дальних слов скажем, что оба эти кривошипа устанавливаются на ведущем колесе *почти под прямым углом один к другому*, т.-е. на расстоянии почти четверти оборота колеса. Значит, когда поршень находится в одном из крайних положений в цилиндре, а кривошип в одной из мертвых точек, — тогда кулисный кривошип находится или в верхней или в нижней точке и, стало-быть, соединенный с ним золотник — в середине своего движения. Такое расположение обеспечивает впуск и выпуск пара золотником. Зная это, вы можете попробовать свою способность к изобретению. Разрежьте чрезмерно длинный шатун, нужный нам для соединения кривошипа с золотником, посередине. Потом при помощи

промежуточного рычага передайте движение от кривошипа золотнику посредством половинок разрезанного шатуна. Решить эту задачу можно разными способами. Я расскажу, как это сделано в кулиссном механизме Гейзингера. Тут введением между двумя штангами, соединяющими кривошип с золотником, промежуточного рычага особой формы, решена не только задача равномерного перемещения золотника; этот промежуточный рычаг, называемый кулиссой (Q на рис. 11), дает еще возможность менять ход паровоза с переднего на задний и обратно, а также и изменять по желанию наполнение цилиндра машины свежим перегретым паром. В кулиссе проделан по дуге круга прорез; выгнутой своей стороной кулисса обращена назад к кривошипу ведущего колеса (на рис. 11). Кулисса приложена к раме паровоза так, что она качается около своей середины и стало-быть есть двуплечий рычаг. Кулисса получает движение от кулисного шатуна B , соединяющего ее нижний конец с парораспределительным кривошипом. Чтобы кулисса совершала одинаковые качания вправо и влево, кулисный шатун должен быть достаточной длины. Его примерные размеры определяют следующим способом. Если мы хотим от кулиussy получить размахи золотника, то они не могут быть больше расстояния между двумя крайними положениями нижнего или верхнего конца кулиussy; это же расстояние, примерно, вдвое больше длины кулисного кривошипа. Так мы в начале и предполагали, наметивши занять от него движение.

Кулисса соединяется с золотником. В дуговом прорезе кулиussy может передвигаться «кулисный камень». Это стальная штука с закрайками, обработанная так, что она входит плотно в разрез и держится в нем закрайками. В кулисный камень вделан палец для шарнирного соединения с золотниковой тягой (N). *Длина золотниковой тяги точно равна радиусу дуги кулиussy.* Иными словами говоря, это значит, что линию прореза мы получим, если закрепим один конец золотниковой тяги, а в середину отверстия, надеваемого на палец кулисного камня, укрепим карандаш острием вниз. Ведя теперь за конец тягу, начертим на подложенном листе или доске часть круга — дугу; она должна точно совпадать с дугой, которую начертит бы, двигаясь в своем прорезе, кулисный камень, карандашом, укрепленным на оси его пальца. Теперь нам остается только найти место на штоке золотника для соединения с ним свободного конца золотниковой тяги. Для этого устанавливаем главный кривошип в положение среднее между двумя мертвыми точками, т.-е. в самом верхнем или нижнем положении. В это время кресткопф займет, примерно, среднее положение, и

соединенный с ним маятник линейного опережения висит отвесно. Кулисный камень с надетой на его палец золотниковой тягой установим как раз в середине прореза кулисы над осью, вокруг которого кулисса вращается. Сама кулисса при таком положении крейцкопфа должна занять одно из своих крайних положений, так как кулисный кривошип будет на мертвой точке и отклонит кулисной тягой (шатунном) нижний конец кулисы вправо, если ведущий кривошип находится в нижнем среднем положении, и влево в противном случае. Установив так механизм, мы двигаем золотниковую тягу вокруг ее кулисного шарнира до той поры, пока она не ляжет своим концом на верхнюю часть маятника над тем местом, где к нему прикреплен шарниром золотниковый шток. В этом месте маятника мы и соединим его шарниром с концом золотниковой тяги, идущей от кулисы. На рисунке 13 показано такое соединение кулисного кривошипа посредством кулисы и золотниковой тяги с золотником. При этом на чертеже мы изображаем не внешние очертания частей механизма, не вид их, а только существенные для нас *размеры*.

После того как вы выполнили подвижные чертежи поршня и золотника, для вас не составит труда сделать и этот рисунок при помощи линейки, циркуля и чертежного треугольника с прямым углом. Размеры отдельных частей указаны на рисунке в миллиметрах в натуральную величину, при чем предполагается, что точки встречи (пересечения) линий означают центры шарниров и соединений, около которых совершается движение тяг, кривошипов и рычагов.^[2] Обратите внимание, каким образом мы поместили кулису на рисунке. Камень кулисы уставлен как раз в ее середине, и золотниковая тяга направлена *горизонтально*, или, вернее, параллельно оси цилиндра и, стало-быть, параллельно движению золотникового штока.

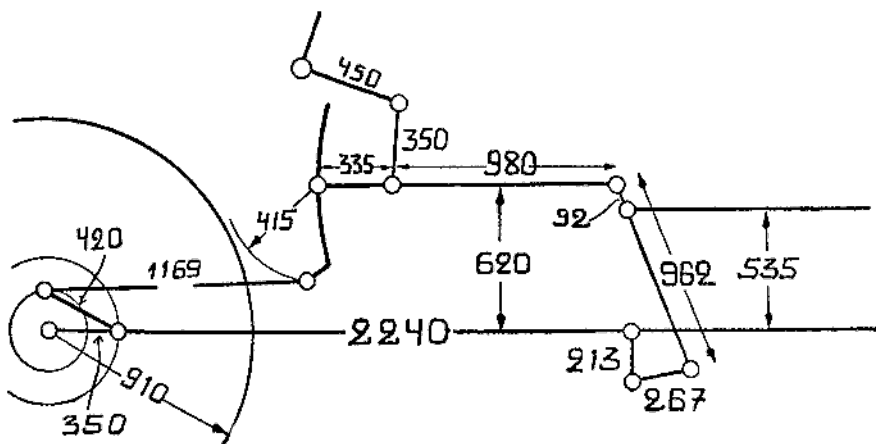


Рис. 13. Схема кулисы Гейзингера паровоза 1-3-1 —

Сохраняя размеры этого рисунка, мы можем начертить еще несколько таких же для различных положений *ведущего* кривошипа, *крейцкопфа* и опережающего ведущий кривошип на примерно четверть оборота *кулисного* кривошипа. Или, по старой памяти, мы можем изготовить подвижной чертеж из полосок бумаги и двигать его из одного положения кривошипа в другое. Исследовав тем или другим способом полный оборот ведущего колеса, мы увидим следующее. При положении кулисного камня по середине кулисы, хотя она и совершает размахи, но не оказывает никакого влияния на движение золотника. Он, как и раньше в первом нашем подвижном чертеже парораспределения, получает движение только от маятника, соединенного с *крейцкопфом*; стало-быть при этом получаются только предварительные впуски пара около мертвых положений кривошипа. Затем мы обратим внимание на следующее. Поставим поршень в одно из крайних положений, а кулисный кривошип в середине; мы можем в этом положении представить себе, что передвигаем камень кулисы в ее прорезе из среднего положения в то или другое крайнее, и при этом золотник не шевельнется: точка его соединения с концом золотниковой тяги остается недвижимой. Совсем иное будет дело, если кулисса в наклонном положении вправо или влево. Если передвигать камень теперь из конца в конец кулисного прореза, то золотниковая тяга заставит двигаться золотник, увлекая его вправо или влево, в зависимости от того, куда имеет наклон кулисса. При этом золотник передвигается из одного крайнего положения в другое. Теперь представьте себе, что мы поставили кулисный камень в самый нижний конец кулисы, когда поршень занимает левое крайнее положение в цилиндре и машинист открыл регулятор, впуская пар через перегреватель в золотниковую коробку. Допустим, что это мы рассматриваем правую машину паровоза. Для пара открыт ход под поршень (предварительный выпуск). Как только левая машина паровоза сдвинет кривошип нашей правой машины с мертвой точки, под давлением пара поршень ее двинется, приводя в движение весь парораспределительный механизм; кулисный кривошип потянет нижний конец кулисы влево, и кулисная тяга увлечет влево же золотник, который будет открывать левое паровпускное окно, и машина движется вправо (передний ход). Пусть поршень займет положение, изображенное на рисунке 9 цифрой V; если в этом положении мы начнем двигать кулисный камень из крайнего положения в среднее, мы увидим, что золотник движется вправо и закроет паровпуск

раньше, чем это случилось бы, если бы кулисный камень оставался в своем крайнем положении. Но движение поршня при этом не изменяется. Сократилась только отсечка пара и уменьшилось наполнение цилиндра свежим паром. Стало-быть, наша кулисса дает возможность паровозу работать при разных наполнениях цилиндра. Когда кулисный камень занимает крайнее положение, — размахи золотника самые большие, впускные каналы открываются надольше, и паровоз работает с наибольшими наполнениями. Около середины — с малым. Если же камень в среднем положении, то пар все-таки подается в цилиндр, так как золотник движется маятником от крейцкопфа, и при открытом регуляторе паровоз *может* сдвинуться с места.

Контр-пар.

Если мы, достигнув середины кулисы, двинем камень ее дальше, то (при наклонном положении кулисы) золотник передвинется через среднее свое положение и откроет впуск пара *навстречу* движению поршня, а с другой стороны откроет выпуск пару на волю. При таком обороте дела (мы его называем «контр-пар») движение паровоза сначала затормозится потому, что поршню придется двигаться против течения пара, а потом изменится на обратное. Следовательно, кулисса дает возможность не только уменьшать и увеличивать отсечку (наполнение), но и менять направление движения машины. Мы добились *реверсивности* паровой машины. Кулисный камень передвигается в кулиссе при помощи коленчатого рычага, поднимающего и опускающего конец золотниковой тяги, близкий к камню.

Реверс.

Тяга от переводного рычага проведена в будку к машинисту; он может передвигать эту тягу при помощи винта с колесиком и рукояткой — это устройство и называется *реверс* (см. рис. 14), потому что машинист при его помощи *реверсирует* (меняет на обратный) ход паровоза, а также меняет отсечку: когда паровозу трудно везти или сдвинуть поезд с места, машинист устанавливает реверсом камень кулисы в крайнем положении, и паровоз работает свежим паром со всей доступной ему мощностью. Переменять ход реверсом принято после полной остановки паровоза. К «контр-пару» на ходу мы прибегаем только

в случае надобности экстренно остановить паровоз.

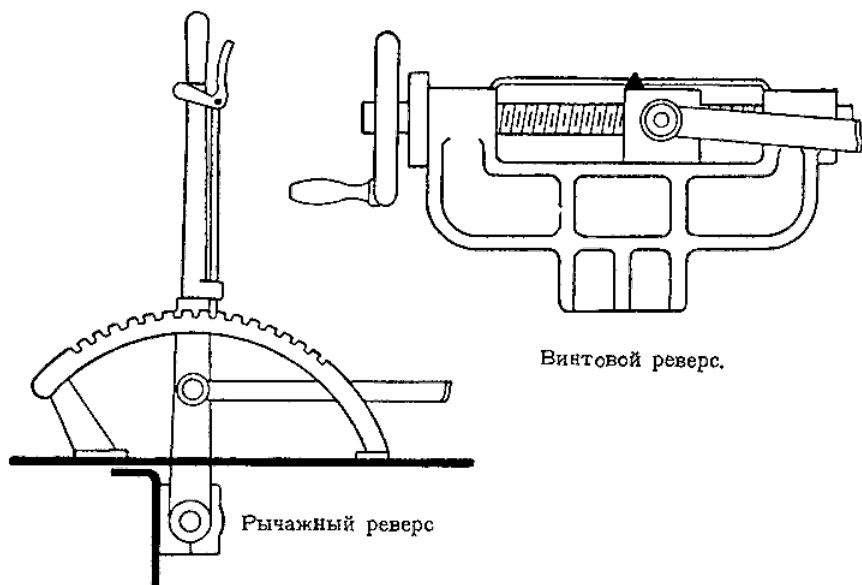


Рис. 14. Рычажный и винтовой реверсы. Преимущество первого — возможность быстрой перемены хода, но в то же время нужно прилагать очень большое усилие, чтобы перекинуть рычаг. Поэтому на мощных паровозах ставятся винтовые реверсы, требующие для передвижения очень малой силы; рычажные же ставятся на маневровых и др. маломощных паровозах.

Быть-может, вы пожелаете более подробно ознакомиться с движением поршня, кривошипа и парораспределительного механизма нашего паровоза. Для этого вам не нужно непременно изучать настоящий паровоз, это не всем доступно. Вам достаточно построить для себя модель паровозного движения или, что то же, кинематографический (подвижной) рисунок. Изготовить модель можно из дерева. На рисунке, приложенном в конце книги, изображена разобранной построенная в моей мастерской модель паровозной машины со внутренним впуском. Паровоз, взятый для модели, мало отличается от нашего паровоза серии «С». Отдельные части модели выпилены из березовой доски толщиной в 3–5 миллиметров. Это можно сделать ручным лобзиком. Для пальца кривошипа и для кулисного камня этой модели вам понадобятся две точеные кругляшки, хотя можно обойтись и неточеными чурочками, округленными на-глаз от руки напильником. Шарнирные соединения могут быть сделаны в

этой модели двояким способом: на заклепках или на винтах. При первом способе надо вырезать из тонкой жести маленькие шайбочки и, пробив в них отверстия, сгладить заусенцы от пробойника напильником; такие шайбочки из жести есть и в продаже; затем вам понадобятся тонкие машинные гвоздики с плоскими головками. Просверлив в концах собираемой пары рычагов дырочки, накладывают рычаги концами, пропускают насквозь гвоздик с надетой на него заранее шайбочкой; на выступивший конец гвоздика надевают вторую шайбочку и, отрезав излишек гвоздя кусачками, расклепывают конец гвоздика легким молотком, плотно прижав собираемые части со стороны шляпки гвоздика к обуху топора или к утюгу. Такие шарниры довольно прочны, но их нельзя разобрать. Поэтому лучше собирать модели на винтах. В конце того рычага, который будет наложен сверху, просверливают чистое отверстие (лучше всего цилиндрическим сверлом), а в конце другого рычага намечают точно центр отверстия (куда ввинчивают потом шуруп) и соединяют затем части шурупом с круглой головкой, который ввинчивается в отмеченное на второй части место; верхняя часть шурупа (где на нем нет нарезки) должна свободно, но не хлябая, вращаться в отверстии и служит осью шарнира. Чтобы отверстия не разрабатывались при движении модели и модель двигалась легче, хорошо в отверстие, через которое в наложенном рычаге проходит шуруп, вставить металлические втулочки. Прекрасно исполняют роль таких втулочек пистоны, вставляемые обычно в кожу обуви для продергивания шнурков; к пистонам надо подобрать винтики так, чтобы они двигались в них легко, но не хлябая. В просверленное в рычаге отверстие сначала вставляется пистон, а затем уже винт и свинчивается с нижней частью. Собранный таким образом модель движется очень легко, и если сделать ведущее колесо потолще и потяжелее, то оно исполняет роль маховика в одноцилиндровой машине и помогает кривошипу переходить через мертвые точки. Поэтому эту модель можно приводить в действие, двигая взад и вперед поршень в разрезе цилиндра; тогда колесо паровоза приходит во вращение, и все части модели играют точно так, как в настоящем паровозе, и можно проследить движение золотника; модель собирается на доске.

В начале сборки на доске проводится прямая черта, которая будет линией цилиндров; точно так начинается и сборка машины настоящего паровоза, только там по меткам, сделанным на раме паровоза, линия цилиндров намечается чаще всего натянутой нитью. Затем вам надо установить на место разрез цилиндра так, чтобы линия, проведенная на доске, пришлась на его оси. Затем

вставляют на место поршень с присоединенным к его штоку на шарнире шатуном, а последний надевают отверстием на вклеенный наглухо в колесо палец. Поршень в цилиндре ставится на переднюю мертвую точку; растянув кривошип и шатун, ищут на линии цилиндра место для оси колеса, на котором его и закрепляют винтом. Колесо, конечно, должно свободно вращаться на винте. Затем на палец кривошипа утверждают прочно тремя винтиками кулисный *контр-кривошипчик*, соблюдая точно угол между ведущим и кулисным кривошипом, указанный на общем чертеже. Так как точная установка кулисного кривошипа решает все, то лучше всего не закреплять контр-кривошипчик наглухо, привинтив его только одним винтом, чтобы можно было, слегка поворачивая при регулировке кулисы контр-кривошипчик, найти его настоящее положение и в нем окончательно закрепить. Кулисса модели устанавливается на бабашке, в которой просверлено посредине чистое отверстие, сквозь него пропускается винт, укрепляющий кулису на доске и служащий ей осью. Склепав как следует все движение, вставляем камень кулисы в ее прорез, отыскиваем место для кулисы, сообразно с положением золотника и поршня; при этом надо руководствоваться правилами, следующими из всего, что мы ранее говорили о кулисном распределении Гейзингера. Именно: при центральном (среднем) положении камня в кулиссе золотник должен непременно слегка приоткрывать на равные величины оба паровпускных отверстия цилиндра; если ведущий кривошип находится на одной из мертвых точек, то при переводе кулисного камня из одного крайнего положения в другое золотник не должен двигаться; если ведущий кривошип находится в крайнем верхнем, или крайнем нижнем своем положении (а поршень около середины своего хода), то при переводе кулисного камня из одного крайнего положения в другое золотник должен переместиться на полный свой размах и закрыть паровпускное отверстие, бывшее до того открытым, открыв одновременно ранее бывшее закрытым; качания кулисы вправо и влево от положения, занимаемого ею при мертвых точках поршня, должны быть равны. Если соблюдены эти правила, модель будет точно показывать все подробности движения паровозной машины. Конечно, при сборке кулисы вы встретите еще некоторые мелкие затруднения, как их встретил и я со своими сотрудниками при постройке моих моделей; я о них умалчиваю, потому что работающему над сборкой модели будет приятнее преодолеть их самому; затруднения, впрочем, часто возникают в самом ходе работы — искать их причины и устранять составляет главную прелесть этого занятия. При изготовлении

кулисы важно: точно соблюсти расстояние между отверстиями в рычагах, надписанные на очертании каждой части на особом листе, приложенном в конце книги. На этом листе части модели изображены в их действительную величину, и их прямо можно переводить для выпилки на доску помощью копировальной бумаги; отверстия же надо наметить очень точно потом на изготовленных частях, пользуясь линейкой с миллиметровыми делениями. Ведущее колесо изображено на листе только частью: пользуясь этим рисунком, вы легко начертите колесо прямо на доске. Спицы можно и не делать, потому что, как мы с вами теперь хорошо понимаем, нам важно в колесе только расстояние между центром его и центром кривошипного пальца. Сплошное колесо даже лучше — оно потяжелее и прекрасно выполняет дело маховика.

Если бы вам удалась эта модель, а я в этом не сомневаюсь, то вы вздумаете, быть-может, построить модель точно такого парораспределения, какое у паровоза серии «С». На этот случай я даю все размеры нашей машины в миллиметрах. Зная их и устройство кулисы, имея уже солидный опыт по постройке и сборке первой модели, вы теперь сумеете сделать себе чертежи модели. Лучше всего строить ее в одну пятую натуральной величины, т.-е. уменьшить все размеры в пять раз. Надо помнить, что размеры частей, соединяемых шарниром, понимаются, как расстояние между центрами отверстий, которые вам придется делать при соединении частей. Вот нужные вам цифры:

Ход поршня.....	700 мм
Поперечник (диаметр) цилиндра.....	550
Расстояние между серединами паровпускных отверстий.....	472
Длина ведущего кривошипа.....	350
Длина ведущего шатуна.....	2240
Золотник: диаметр.....	250
Золотник: толщина каждого поршенька.....	85 мм
Расстояние между внешними кромками поршеньков.....	525
Линейное опережение впуска.....	4
Длина кулисного шатуна.....	1169
Расстояние оси вращения кулисы от линии оси цилиндров.....	620
Длина золотниковой тяги.....	1315
Расстояние шарнира серьги от центра крейцкопфа.....	213
Длина серьги.....	267
Длина маятника.....	962
Расстояние от верхнего конца маятника до шарнира золотникового штока.....	92
Расстояние между осями золотникового и поршневого штоков.....	535
Поперечник ведущего колеса.....	1820
Длина кулисного кривошипа.....	170
Золотник: толщина каждого поршенька.....	85 мм

Общий упрощенный очерк соединений кулисы паровоза «С» показан в углу рисунка выкроек. Пользуясь этим рисунком (или рис. 13) и указанными размерами отдельных частей машины,

можно начертить их в уменьшенном размере и по этим рисункам изготовить их, собрав затем сообразно с общим расположением парораспределения.

Езда на паровозе

Паровоз серии «С» довольно тяжелая машина. Вес паровоза на ходу около 75 тонн. При движении паровоз оказывает на рельсы давление, прогибая их на прямых и сдвигая в сторону на кривых участках пути. Пути наших железных дорог обладают определенной прочностью; если давление паровоза на рельсы превысит прочность пути, может произойти несчастье: паровоз разрушит путь, и случится крушение. По нашим правилам давление одного ската паровоза (т.е. двух колес на одной оси) на рельсы не может превышать 16 тонн. У нашего паровоза (тендер не считается) пять осей. Три средние оси снабжены большими колесами одинакового диаметра.

Спаренные оси.

На кривошипы средних колес действуют машины посредством шатунов. Остальные две оси больших колес спарены посредством дышел, надетых на кривошипные пальцы. Понятно, что кривошипы всех колес имеют одинаковую длину, и кривошипы одной стороны все опережают кривошипы другой стороны на четверть оборота: так они установлены. Отсюда следует, что машины паровоза действуют на все три оси. Из веса паровоза на каждую ось приходится нагрузка на ходу 15,5 тонн, так что сцепной груз паровоза около сорока шести с половиной тонн. Остальной вес паровоза передан осям бегунков поровну. Машина нашего паровоза значительно мощнее силы сцепления колес с рельсами. Его тяга по сцеплению, как мы видели, около 47 тонн, тогда как сила тяги машины более 50 тонн. Это дает возможность увеличить силу тяги паровоза, используя всю мощь машины в нужных случаях (например, при трогании с места тяжелого поезда). Для этого разгружают задние бегунки, перенося с них нагрузку на среднюю и заднюю ведущую ось, — трение колес о рельсы увеличивается, и паровоз снимается с места.

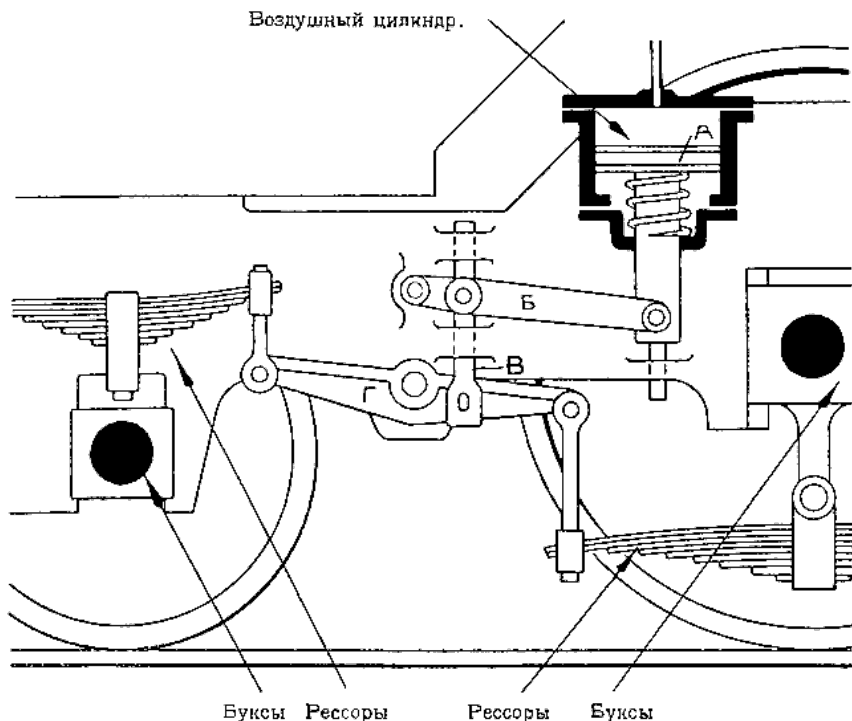


Рис. 15. Увеличитель сцепления паровоза «С» — переносит нагрузку с задней поддерживающей оси на оси ведущие, что увеличивает сцепной вес паровоза при впуске сжатого воздуха в воздушный цилиндр, поршень А идет вниз и нажимает посредством системы рычагов Б — В на правый конец коромысла Г. При этом левый конец Г поднимает рессору поддерживающей оси, вследствие чего паровоз оседает на ведущие оси.

Чтобы яснее себе представить, чем это достигается, посмотрим, как поставлен наш паровоз на колеса. Котел паровоза вместе с топкой и будкой машиниста покоится на паровозной раме; к ней же спереди приложены цилиндры машин. Оси паровоза вращаются в подшипниках букс, а буксы помещены в прорезах паровозной рамы. Вес паровоза передается буксам не прямо, а через рессоры, устроенные, как изображено на рисунке 15; концы рессор соединены тяжками с концами балансиров, коромысел (Г на рис. 15), похожих на весовые; балансиры опираются на призмы, вделанные в раму паровоза. Вследствие такого устройства давление паровоза распределяется на все оси, а толчки при движении передаются раме и котлу мягко и плавно, паровоз движется с меньшей тряской и покойней.

Задний балансир имеет два прореза, и в каждом прорезе — призма. При горизонтальном положении балансира он опирается на левую призму. Когда надо увеличить сцепной вес, на правое плечо балансира нажимает пятой рычаг от пневматического (воздушного) привода, отчего балансир наклоняется правым концом вниз, и опора его переходит на вторую призму. От этого балансир стал неравноплечим, и теперь на его правое плечо приходится больший груз, чем на левое, т.-е. груз с заднего бегунка перенесен на ведущие колеса; рама паровоза чуть-чуть приподнялась над бегунковой осью, разгрузив ее рессоры. И паровоз может теперь, не буксуя, использовать всю тяговую силу своей машины — поезд трогается с места.

С этого момента я и начал свой рассказ о паровозе. Вернитесь к началу нашего рассказа. Если вы внимательно следили за его развитием, и особенно, если вы с живым интересом проделали опыты с подвижным рисунком кулисного механизма и испытали свои силы на постройке модели, вы взглянете теперь на паровоз иными глазами. Движение его для вас больше не загадка. Я должен бы еще для полноты описать воздушный тормоз Вестингауза, неотъемлемую принадлежность каждого современного паровоза. Но устройство воздушного тормоза довольно сложно и нужно написать о нем не меньше, чем я написал о паровозе, чтобы понять его. Здесь же будет довольно, если я скажу, что тормоз Вестингауза, или просто «вестингауз», действует сжатым воздухом, который накачивается особым насосом, движимым паровой машинкой, помещенной сбоку на площадке паровоза. Воздух нагнетается вестингаузом в прочные клепаные резервуары, устроенные на паровозе (под котлом), тендере и под каждым вагоном, по поездной трубе, проложенной под вагонами во всю длину поезда с соединением посредством резиновых шлангов между вагонами. На паровозе, тендере и, у каждого вагона устроен небольшой цилиндр с поршнем, шток которого соединен тягами с тормозными колодками; если под поршень впустить сжатый воздух, он с силой выдвигает поршень и прижимает колодки тормозов к колесам, затрудняя и даже совсем прекращая их вращение. Тормоза все действуют автоматически, как только выпущен воздух из поездной трубы; кран, выпускающий воздух из трубы, находится у меня под рукой в будке машиниста. Когда я хочу затормозить паровоз и поезд, я поворотом «крана машиниста» выпускаю воздух, и вестингауз тормозит (рис. 16); если я другим поворотом крана впускаю в поездную трубу воздух из запасного резервуара паровоза,

клапаны тормозов автоматически закрывают доступ воздуха в тормозной цилиндр из резервуаров, выпускают воздух из тормозного цилиндра, и колодки, оттягиваемые пружинами, отходят и освобождают колеса — это называется «отпустить тормоза».

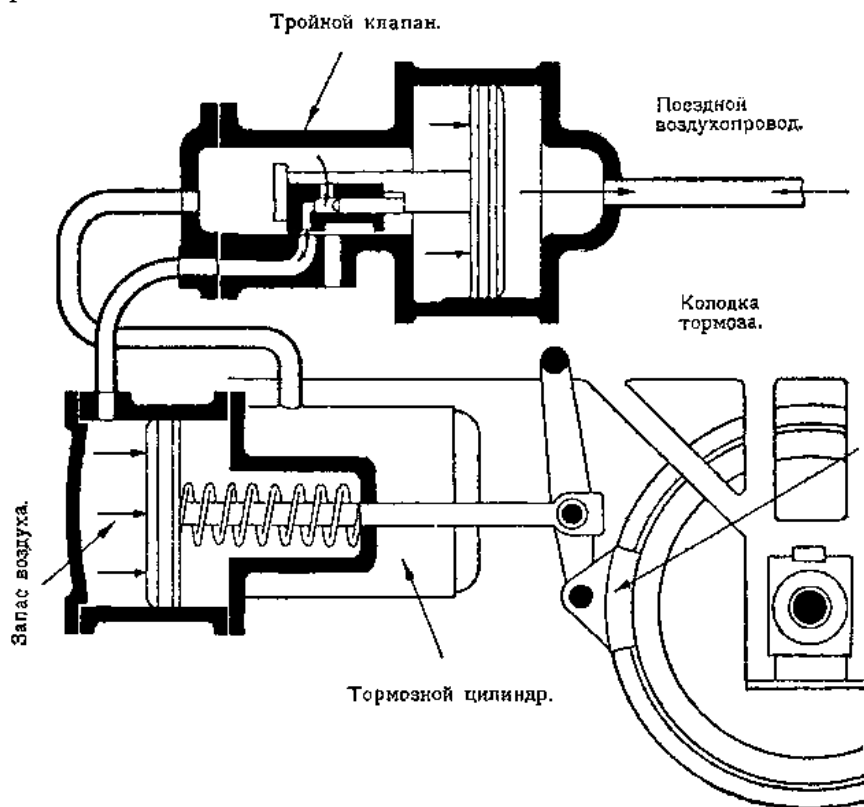


Рис. 16.

Езда на паровозе «С» довольно приятна. Он плавно вписывается в кривые. Это достигнуто тем, что передняя ведущая ось и ось бегунков соединены в тележку, которая может поворачиваться на закруглениях. Передняя часть паровоза опирается пятой на тележку и может поворачиваться на шкворне ее. Будка нашего паровоза просторна и закрыта со стороны тендера козырьком.

Вас, вероятно, интересуют скорости, каких может достигнуть паровоз. На площадках, т.е. на ровных участках пути, наш паровоз с поездом в 350 тонн из 9-ти четырехколесных пассажирских вагонов развивает скорость в 100 километров в час. На длинные подъемы в «шесть тысячных», т.е. шесть метров на километр, с этим поездом мы едем со скоростью 70 километров. В

общем, считая перемену паровоза в Бологое, путь между Ленинградом и Москвою скорый поезд, запряженный локомотивом «С», может сделать в 10–11 часов.

Скорость, которой паровоз может достигнуть, определяется не только силой его машины, но и силой котла: курьерским паровозам всегда «не хватает» пару. Вот почему у нашего паровоза такая большая топка и котел, и пароперегреватель. Общая поверхность нагрева, омываемая водой в котле нашего паровоза, 205 квадратных метров, поверхность перегревателя 46 кв. метров — общая поверхность нагрева 251 кв. метр. В котле помещается во время работы 7 куб. метров воды (более 7 тонн). Сообразно с этим тяжел и объемист наш тендер: мы берем в него, если доверху, 25 тонн воды; на испарение 10 килограммов воды мы тратим примерно один килограмм нефти. Все-таки наш паровоз нельзя отнести к классу самых сильных. Паровоз «Мунтэн», выпуска 1925 г., (Франция) имеет поверхность нагрева котла 256 кв. метров, а перегреватель 114, кв. метров, — всего 370 кв. метров, сцепной его вес 74 тонны, против наших 50-ти! У этого нового паровоза спереди два бегунка, четыре ведущих оси и один бегунок под будкой машиниста: тип этого паровоза кратко можно обозначить «2–4–1», а нашего «1–3–1»: где цифры по порядку означают число бегунковых и ведущих осей. Новый паровоз Октябрьской дороги серии «Л» 2–3–1, — с общей поверхностью нагрева 337 кв. метров; кроме того строятся паровозы серии «М» 2–4–0, который будет самым сильным паровозом, но все еще слабее типа «Мунтэн», общая его поверхность нагрева 352 кв. метра.^[3]

Необходимо сказать несколько слов о товарных паровозах. Внешнее их отличие — низкие ведущие колеса. «То, что выигрывается в скорости, — учит нас механика, — теряется в силе». Пассажирский паровоз при одном обороте колеса проходит около 5 с половиной метров, товарный около 3.

Зато товарный паровоз может вести с меньшей скоростью, но более тяжелый поезд. Самый сильный из наших товарных паровозов «Э» 0–5–0, — без бегунков и с пятью ведущими (спаренными) осями, способен тянуть поезд в 1800 тонн со скоростью 20 километров в час.

Будущее паровоза.

Паровозы еще далеко не достигли пределов своей мощности, хотя за сто лет своего существования они достигли такой величины и силы, что рядом с нынешним паровозом «Ракета» —

один из первых паровозов Стефенсона — кажется детской игрушкой. На выставке 1925 г. в Париже были поставлены рядом паровоз линии Париж — Лион — Марсель выпуска 1925 г. — «Микадо» и 1846 г. — «Пьерро».

На рисунке 1 видно их различие. На наших паровозных кладбищах можно найти останки маленьких паровозов, ходивших еще на моей памяти. Еще недавно я видел «коломенку», паровоз того типа, на котором мой отец водил «скорые поезда» — это была серия «А» — 0-2-0. Теперь по паровозной азбуке мы дошли до буквы «10» — тепловоза проф. Ломоносова. И казалось бы, что паровозу угрожают скорой смертью его новые соперники: тепловоз и электровоз. Однако мы не боимся: паровоз борется за свою жизнь. Против своих новых соперников на рельсах он выставляет свою испытанную простоту и дешевизну постройки. Конечно, паровоз нельзя назвать экономной машиной по трате топлива. Если мы изобразим запас энергии в топливе потоком шириною в 100 миллиметров, то посмотрите, как расходует этот запас паровоз (рис. 17) — только 5 %, т.-е. одну двадцатую часть энергии, заключенной в топливе, паровоз обращает на полезную работу. И все-таки петь отходную паровозу рано. Электровоз и тепловоз экономнее паровоза. Тепловоз использует, примерно, одну десятую энергии топлива. Это сравнение невыгодно для паровоза, но вместе с тем показывает, как далеки от совершенства наши самые лучшие машины! Если они еще плохи — их можно усовершенствовать. И паровоз еще далеко не достиг пределов своего совершенства. Против тепловоза и электровоза вышел уже на рельсы Швеции турбинный паровоз Юнгстрема, а новые котлы «сверх-высокого давления» могут вернуть паровозу первенство на рельсах. Рев гудка моего «С» — 1-3-1 для меня все еще звучит победоносно. Я помню ясно свисток паровоза моего отца — тоненький и жалобный.

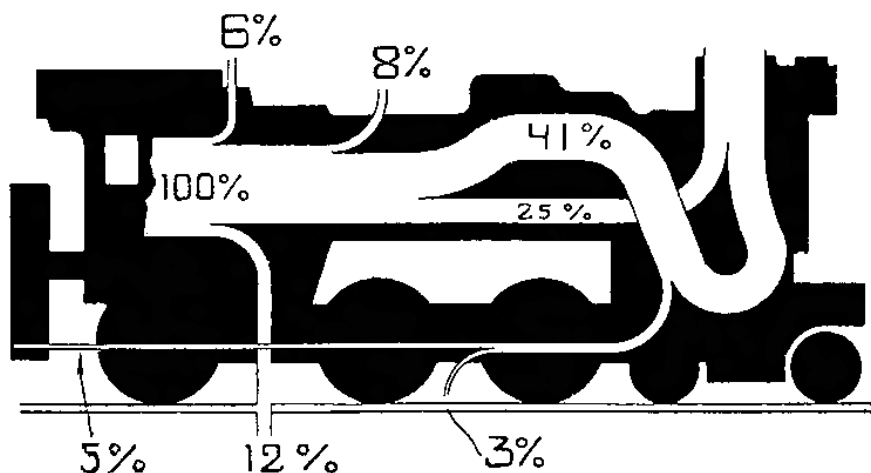
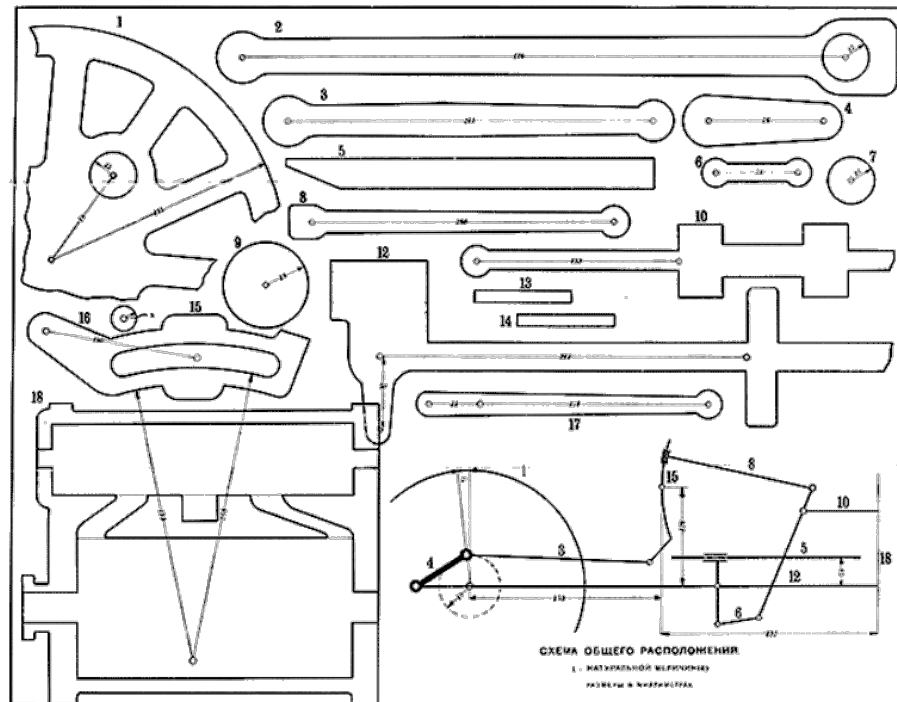


Рис. 17. Из 100 % развиваемого в топке тепла: 1) Теряется с золой 12 %. 2) Затрачивается на работу инжектора, воздушного насоса, свистка и пр. 6 %. 3) Теряется через поверхность котла 8 %. 4) Уходит с дымовыми газами 25 %. 5) Уходит с мятым паром 41 %. 6) Затрачивается на трение в механизме 3 %. И лишь 5 % идет на полезную работу.

Не надо, однако, думать, что на современных паровозах трехтонные гудки поставлены ради красоты. Гудок — сигнал. Мы водим поезд с большими скоростями и должны с более дальнего расстояния предупреждать о своем приближении. Товарный паровоз водит поезд в составе до 100 вагонов, длиною почти в километр: своим гудком он подает сигналы поездной прислуге: тормозить или отпускать ручные вагонные тормоза. Гудок должен быть слышен сквозь грохот поезда и кондуктором в его хвосте. Вот почему Э — 0–5–0 ревет так оглушительно и грозно в пути. Но посмотрите, как он *кратко* посвистывает во второй маленький свисток, маневрируя на станции. Это от того, что «посвистать» в большой гудок стоит не дешево: продолжительный гудок стоит (по трате пара) копеек пятьдесят. Как видите, строители паровозов не забывают об экономии! Для меня рев декапода в пути и его сдержанное посвистывание на станции связывают в одну линию эпоху старых слабосильных машин-игрушек и современных машин — мастодонтов. Оглядываясь в прошлое, я вижу, что у паровоза есть еще блестящее будущее.

ЧАСТИ МОДЕЛИ КУЛИССЫ ГЕЙЗИНГЕРА

(В НАТУРАЛЬНУЮ ВЕЛИЧИНУ).



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО РСФСР

МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

А. БАЖИН

ПАРОВОЗ

Автор в доступной форме рассказывает, что такое паровоз и как он устроен. В отдельных главах этой книжки автор дает описание типов паровозов, службы тяги, испытания паровозов, а также посвящает главу «паровозу будущего» — тепловозу нового типа.

Стр. 99. С 29 фиг. в тексте. Ц. 85 к.

Инж. М. А. АПТЕКАРЕВ

26 000 ОБОРОТОВ В МИНУТУ

(ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ)

Автор в общедоступной форме сначала объясняет, что называется механике работой, энергией, мощностью, трением и коэффициентом полезного действия. Далее он переходит к паровым турбинам, как самым совершенным машинам с точки зрения трения, и дает историю их развития. Затем он излагает общие основы работы паровых турбин, главные детали их конструкции, главные системы паровых турбин и говорит об их применении. В заключение он делает оценку значения паровой турбины в различных отраслях промышленности.

(«ПОПУЛЯРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА»).

Стр. 68. С 22 рисунками, Ц. 45 к.

Инж. В. Д. НИКОЛЬСКИЙ

УСПЕХИ И ПУТИ РАЗВИТИЯ МИРОВОЙ ТЕХНИКИ

Книжка, от которой трудно оторваться. Сжато, просто и понятно дается описание современных достижений в области горного дела, металлургии, машиностроения, механизации производства, построек и т. д.

(«Коммунист», Тула.)

Стр. 199. С 69 иллюстрациями. Ц. 1 р. 20 к.

Инж. В. Д. НИКОЛЬСКИЙ

ЭНЕРГИЯ И СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНИКА

Книга стремится дать для читателя, знакомого с начатками физики и интересующегося успехами современной силовой техники, общий обзор этих успехов за последнее время. Автор, рассказывая о первых шагах развития машин-двигателей, главное внимание обращает на двигатели, появившиеся за последние десятилетия и уже внесшие глубокие изменения в общий уклад

политической и экономической жизни всех культурных народов.

Стр. 148. С рисунками. Ц. 85 к.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО РСФСР

МОСКВА — ЛЕНИНГРАД

Э. КРЕССИ

СОВРЕМЕННАЯ МАШИНА

ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Перевод с английского инж. **М. С. Горфинкеля**

СОДЕРЖАНИЕ: Каким образом работает современная паровая машина. Пионеры до Уатта. Джемс Уатт. Получение пара. Современные поршневые машины двойного действия. Паровые турбины. Газовые двигатели. Бензиновый двигатель. Нефтяной двигатель. Паровоз. Судовые машины. Топливные проблемы настоящего и будущего.

«Книга о машинах Эдварда Кресси, известного английского популяризатора в области машиноведения, написана для юношества, не вооруженного основательными познаниями в математике и физике. Применительно к такому кругу читателей, автор избегает всяких сложных математических выкладок, а где это необходимо по ходу изложения, довольствуется простейшими и наглядными вычислениями.

Язык изложения простой и безыскусственный, а трактовка предмета наглядна, разносторонняя и, благодаря удачным сравнениям и аналогиям, очень поучительна.

Такие вопросы, как расширение и конденсация пара, тонкие особенности паровой турбины, сложные термические процессы в двигателях внутреннего сгорания, новейшая идея поверхностного горения газов в применении к паровым котлам и т. п. вопросы, автор, не вдаваясь в строго научные подробности, разрешает

просто и доступно.

Книга изобилует таким множеством новейших данных, что будет прочитана с интересом и всяким инженером».

(Из предисл. переводчика.)

Стр. 303. Со 142 рис. Ц. 2 р. 50 к.

ГАНС ДОМИНИК

В ВОЛШЕБНОМ МИРЕ ТЕХНИКИ

Перевод с немецкого инж. **И. Мандельштама.**

СОДЕРЖАНИЕ: Сказка об энергии. Пар-силач. Власть огня, сила воды. По проводам вдаль. Чародей-электродвигатель. Стальные гонщики. Железные птицы. Голоса в эфире.

Стр. 139. С 89 рис. в тексте. Ц. 1 р.

notes

Примечания

Паровоз Гос. Луганского завода выпуска 1925 г. (1-3-1 «Прери») серии «Су», т.-е. серии «С усиленной», имеет машины две, простого действия и назначенный для угля, отличается очень большими размерами топки. Повидимому, серия «Су» будет успешно конкурировать с серией «Л».

На рисунках 9 и 12 размеры даны в одну пятую натуральной величины — удобно для выполнения.

См. примечание на стр. 45.